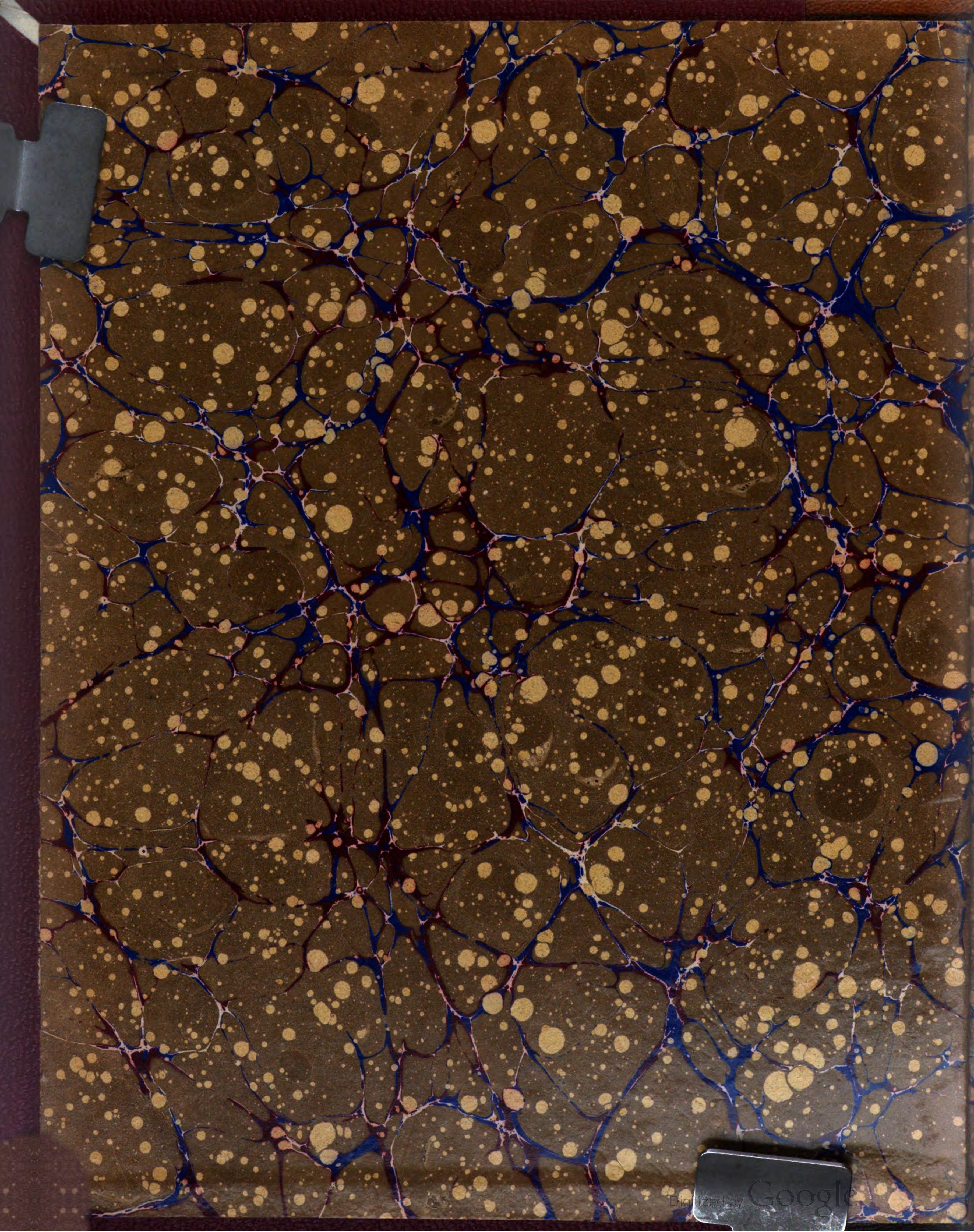
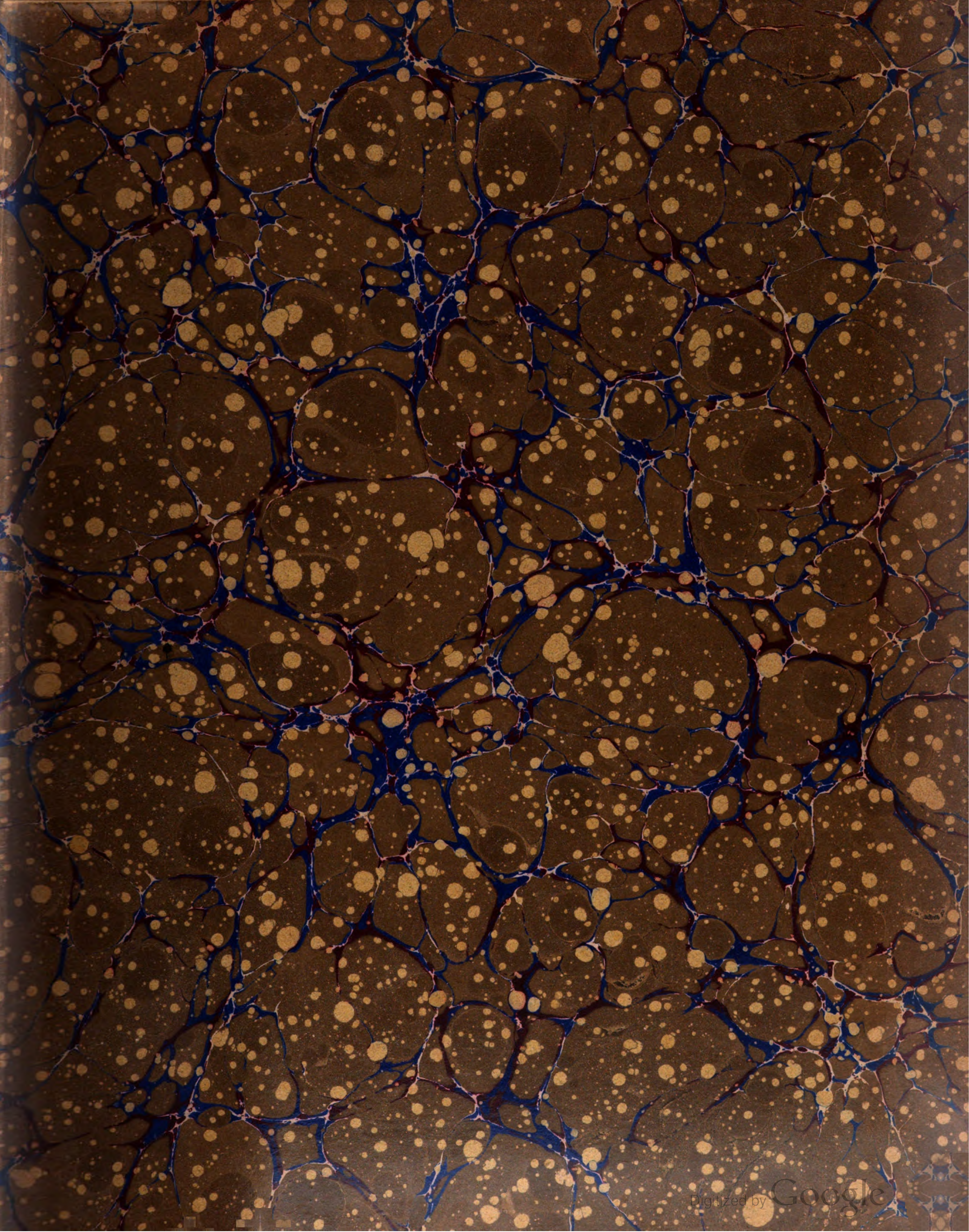

Stanford University Libraries
3 6105 027 638 084





ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

IN TECHNISCHER BEZIEHUNG.

FACHBLATT DES VEREINES DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN.

BEGRÜNDET

VON

EDMUND HEUSINGER VON WALDEGG.

UNTER MITWIRKUNG FÜR DEN MASCHINENTECHNISCHEN TEIL

VON

F. Rimrott,
Präsident der Königlichen Eisenbahndirektion
zu Königsberg i. Pr.,

und

E. Weifs,
Ministerialrat
im Königl. Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten
in München,

herausgegeben von

G. Barkhausen,
Geheimem Regierungsrate,
Professor der Ingenieurwissenschaften an der Technischen Hochschule zu Hannover.

ZWEIUNDSECHZIGSTER JAHRGANG.

NEUE FOLGE. VIERUNDVIERZIGSTER BAND.

1907.

MIT ZEICHNUNGEN AUF 50 TAFELN UND MIT 218 TEXTABBILDUNGEN.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1907.

I. Sach-Verzeichnis.

1. Übersicht.

2. Einzel-Aufführung.

(Die Originalbeiträge sind mit *, die Besprechungen von Büchern und Zeitschriften mit ** bezeichnet.)

8. Signalwesen

9. Betrieb.

a) Allgemeines, Betriebsergebnisse.

b) Betrieb auf den Bahnhöfen.

c) Unfälle.

10. Aussergewöhnliche Eisenbahnen.

a) Elektrische Bahnen.

b) Stadtbahnen.

11. Technische Litteratur.

II. Namen-Verzeichnis.

(Die Originalbeiträge sind mit *, die Besprechungen von Büchern und Druckschriften mit ** bezeichnet.)

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. 1. Heft. 1907.

2/5 gekuppelte Vierzylinder-Schnellzug-Verbund-Lokomotive für die dänischen Staatsbahnen.

Mitgeteilt von **O. Busse**, Königlicher Eisenbahndirektor in Kopenhagen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel I und Abb. 1 bis 4 auf Tafel II.

Um die durch die neuen Verkehrsverhältnisse bedingten, fast regelmäfsigen Vorspanndienste einzuschränken, hat sich die Verwaltung der dänischen Staatsbahnen entschlossen, Lokomotiven über 1000 P. S. einzuführen und den Oberbau durch Schienen von 45 kg/m zu verstärken, unter Verringern der Schwellenteilung auf 80 cm. Die 2/5 gekuppelte Bauart mit vorderm Drehgestelle und Verbundwirkung in vier Zylindern wurde als die zweckmäfsigste angesehen, nach genauer Prüfung der vorhandenen Vorbilder wurde die Anordnung »Vauclain« gewählt, weil diese eine sehr einfache Steuerung zuläfst und weil die Versuche auf dem Prüfungstande der Ausstellung in St. Louis einen sehr günstigen Dampfverbrauch ergeben hatten. Die Dampfmaschine dieser Art konnte also sowohl bezüglich der Unterhaltung, als auch des Kohlenverbrauches als sehr sparsam angesehen werden.

Auch die zu erwartende Reifenabnutzung wurde nach dem Verfahren des Verfassers*) untersucht, wobei man zu dem Entschlusse kam, die Hockdruckzylinder auf den vordern, die Niederdruckzylinder auf den hintern Triebachssatz wirken zu lassen, eine Anordnung, die die Baldwin-Werke auch später eingeführt haben. Weil so die Druckwechsel durch die Gegenläufigkeit der Kolben günstig ausfallen, darf man auf eine Laufdauer von einem Radabdrehen zum andern von über 100000 km rechnen, was für die Unterhaltungskosten sehr ins Gewicht fällt. Der erste Entwurf wurde mit Plattenrahmen und schmaler Feuerbüchse gemacht, wobei es aber kaum möglich war, die nötige Rostfläche von 3 qm zu schaffen; deshalb griff man zum Barrenrahmen, den man sowohl in Amerika, als auch bei den neueren Lokomotiven der bayerischen Staatsbahnen wegen seines geringern Gewichtes und der guten Zugänglichkeit des Triebwerkes als sehr vorteilhaft erkannt hat. Bei sonst gleichen Abmessungen konnte man bei Plattenrahmen und schmaler Feuerkiste blofs eine Kesselleistung von 8340 kg/St. Wasserverdampfung gegen 9390 kg/St. beim Barrenrahmen erzielen.

*) Organ 1904, S. 80.

Die Feuerbüchse wurde also nach unten sehr breit gemacht mit einem Wasserraume, der an der schmalsten Stelle unten 100 mm ist und nach oben zunimmt, wodurch die Dauer der Stehbolzen sehr verlängert wird. Die Hinterwand wurde nach vorn geneigt angeordnet, um die Mannschaft vor der strahlenden Wärme zu schützen; sie erhielt zur leichten Beschickung des Feuers und zur bessern Luftverteilung über die breite Feuerfläche zwei Feuertüren. Die beiden Feuerschirme ruhen auf einem senkrechten, auf dem Roste stehenden Steine und stützen sich gegen zwei Kämpfersteine, die an der Seitenwand von Stehschrauben getragen werden.

Die Feuerkiste hat einfache Nietreihe*) und ruht mittels Bronze-Gleitstücken auf den Barrenrahmen, den sie mit Bügeln umklammert; die Stehbolzen haben 90 bis 100 mm Teilung und die vorderen Reihen sind zum Nachziehen eingerichtet.**)

Um dem Roste genügend Luft zuzuführen***), ist der Aschkasten aus einem mittlern und zwei seitlichen Kasten zusammengesetzt, jeder mit zwei übereinander stehenden Klappen, die von einem einzelnen Zuge bewegt werden und genügend Luft zum Roste zulassen werden. Der Rundkessel besteht aus zwei Schüssen, einem vordern zylindrischen und einem hintern um 120 mm erweiterten kegelförmigen, wodurch eine bessere Rohrteilung erzielt wird. Die Rohrteilung ist sehr reichlich auf 70 mm bemessen, so dafs ein Wasserraum von 19 mm zwischen den Rohren entsteht. Dadurch wird die Dauer der Rohrwände verlängert, und wenn man auch etwas weniger Heizfläche erzielt, als bei der sonst üblichen engen Teilung, so darf man doch auf eine reichliche Dampfentwickelung rechnen, weil die Dampfblasen mit geringerm Widerstande emporsteigen.

Der Kessel enthält 6700 kg Wasser. Zur Speisung sind zwei ansaugende Strahlpumpen von Friedmann vorgesehen, deren jede 11 cbm/St. Wasser fördert.

Zylinder und Schiebergehäuse sind aus zwei in der mittlern

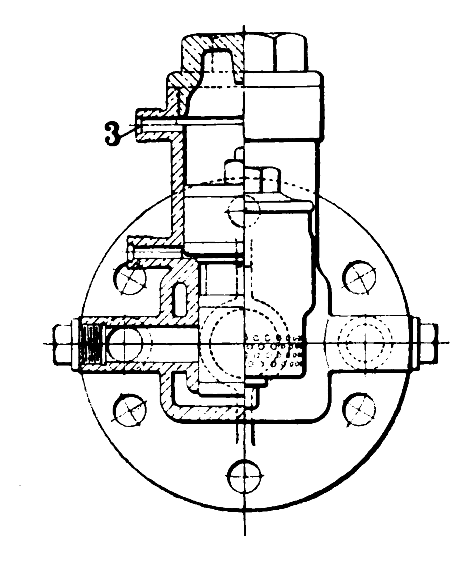
*) Organ 1906, S. 147.

**) Organ 1903, S. 116.

***) Organ 1904, S. 97.

Längsebene der Lokomotive zusammengeschraubten Hälften so hergestellt, dafs jedes Gufsstück einen Hochdruck- und einen Niederdruck-Zylinder mit dem zugehörigen gemeinschaftlichen Schiebergehäuse enthält; aufser der gewöhnlichen Befestigung ist vorn und hinten eine Verbindung mit dem Rahmen durch zwei dreieckige Blechversteifungen angeordnet. Alle Zylinderdeckel sind mit Sicherheitsventilen versehen, am vordern Deckel des Schiebergehäuses, das ein Teil des Verbinders ist, befindet sich ein Lufteinlafsventil, um bei Leerlauf entstehende Luftverdünnung aufzuheben; ein gleiches Ventil befindet sich am Anfahrventile (Textabb. 1).

Abb. 1.

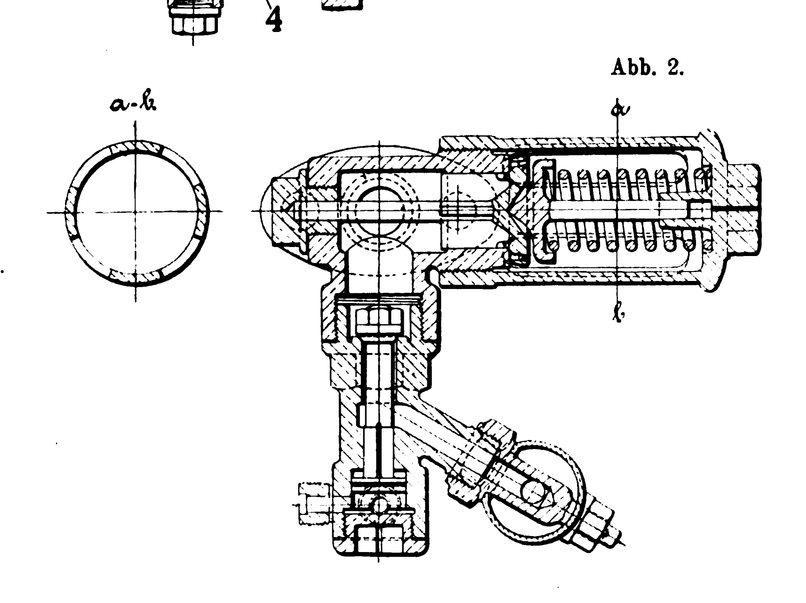


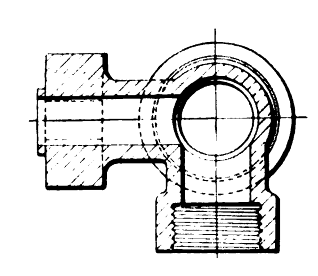
Das Anfahrventil ist am Schiebergehäuse derart angebracht, dafs eine Öffnung 6 mit dem Frischdampfkanale vom Kessel zum Schieber und die beiden Öffnungen 4 und 5 mit den Kanälen vom Schieber mit der Vorder- und Hinter-Seite des Hochdruckkolbens in Verbindung stehen; es besteht aus einem senkrecht stehenden Zylinder 1, in dem der Kolben 2 auf der Unterseite vom Schieberkastendrucke und auf der Oberseite vom Kesseldrucke beeinflufst ist. Wird der Kesseldruck mittels des auf dem Führerstande befindlichen Hahnes, der mit dem Stutzen 3 in Verbindung ist, abgelassen, so hebt sich der Kolben 2, und frischer Dampf tritt durch die Öffnungen 4 und 5 auf beide Seiten des Hochdruckkolbens und durch den Verbinder zum Niederdruckkolben. Die Maschine fährt also mit diesem Kolben allein an, bis nach einem Teile einer Umdrehung das regelmäfsige Arbeiten in allen Zylindern eintritt. Derselbe Hahn, welcher diese Anfahrvorrichtung bedient, hat eine zweite Reihe von Bohrungen, welche Dampf zu kleinen Kolben geben, die ihrerseits die Zylinderablafshähne öffnen können. Eine Zusammenstellung der Zylinder-Sicherheitsventile, der Zylinder-Ablafshähne und des Sielrohres, welches den Abflufs von allen diesen Hähnen aufnimmt, ist in Textabb. 2 dargestellt.

Zum Schmieren der Zylinder sind zwei Nathan-Sichtöler vorgesehen mit je drei Ölabflüssen, die zum Frischdampfkanale und zu beiden Enden des Schiebergehäuses führen; hierdurch wird genügende Ölung aller Schieber und Kolben erzielt.

Die Kreuzköpfe sind so ausgebildet, dafs man durch Einstecken von dünnen Einlage-Blechen zwischen den Kreuzkopfkörper und die bronzenen Gleitschuhe diese bei Abnutzung derart nachstellen kann, dafs die Kolbenstange stets richtig

Abb. 2.





zur Stopfbüchsenmitte geführt wird, was für die Metallpackungen unbedingt nötig ist (Textabb. 3).

Die Kolben und Schieberstangen sind mit der »United states metallic packing«-Dichtung versehen.

Abweichend von den amerikanischen Ausführungen der Vauclain-Lokomotive ist die Heusinger-Steuerung (Textabb. 4) verwendet. Sie ist für eine gröfste Füllung in den Hochdruckzylindern von 82 $^0/_0$ entworfen, die äufsere Deckung für die Hochdruckzylinder ist 24 mm, und das Teilungsverhältnis der Pendelstange ist unter Voraussetzung einer Voreilung von 3,5 mm bestimmt (Textabb. 5, Zus. II).

Unter diesen Voraussetzungen ist die Auftragung der Inhalte (Textabb. 5) für 30 $^0/_0$ Füllung im Hochdruckzylinder gezeichnet. Die Gröfsen der übrigen Deckungen sind so bemessen, dafs bei dieser häufigsten Zylinderfüllung der geringste Druckverlust bei Ausströmung des Dampfes nach dem Verbinder eintritt.

Abb. 3.

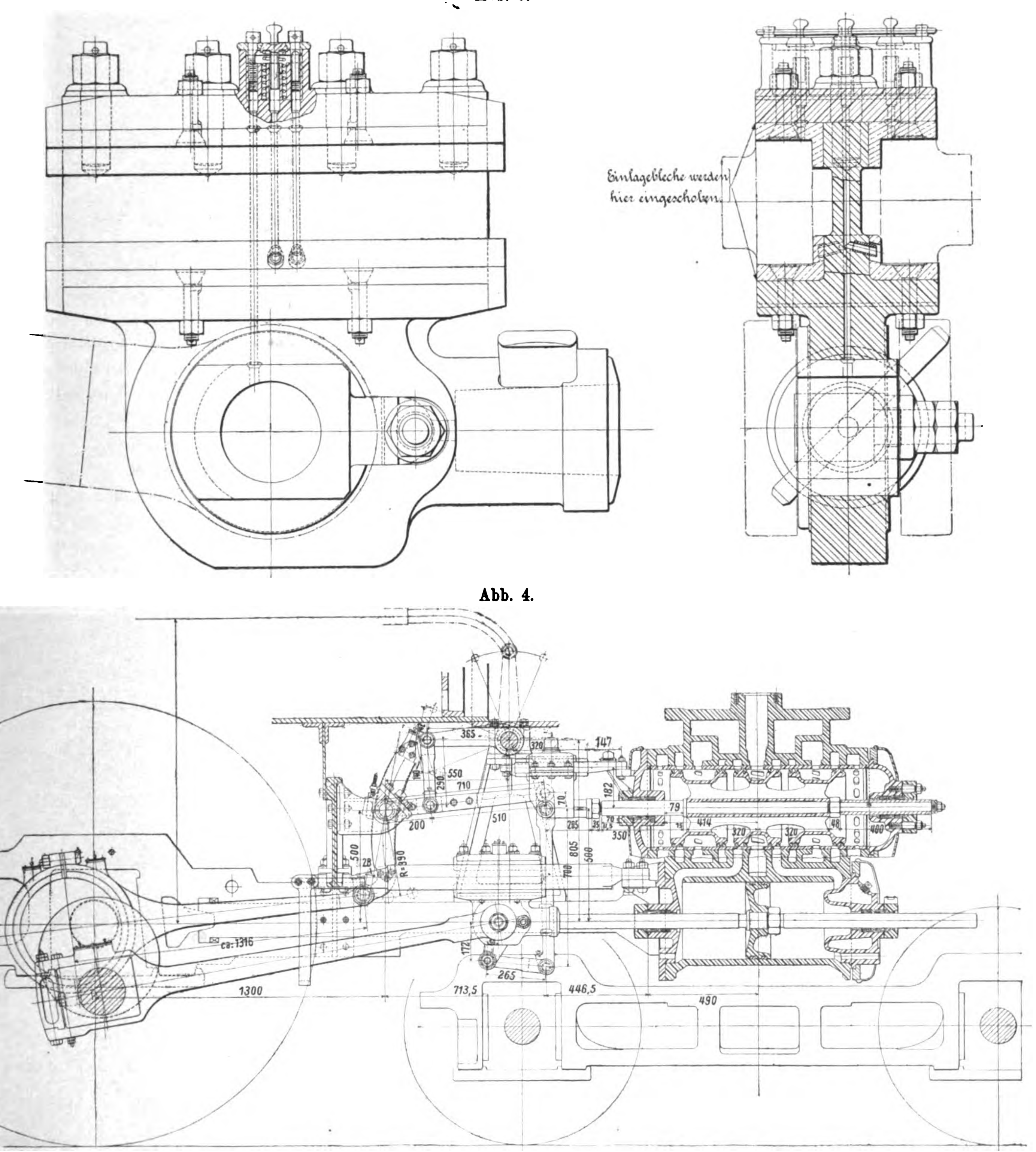
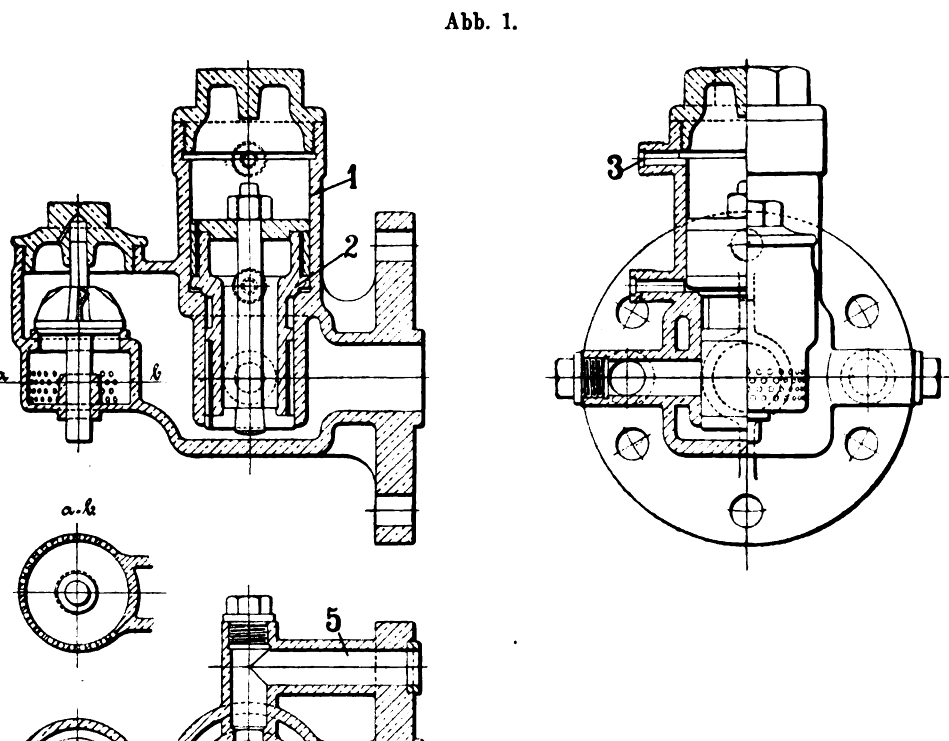


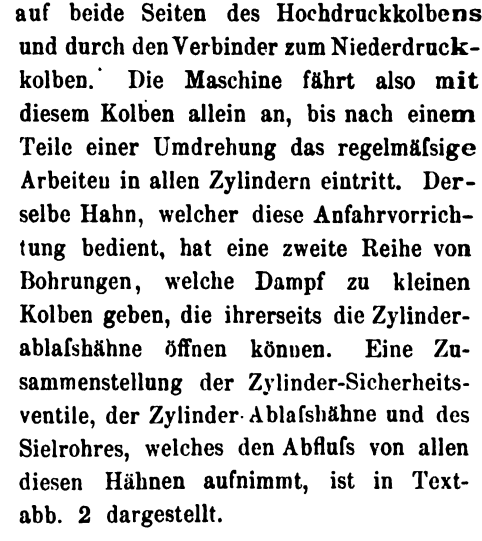
Abb. 4.

Längsebene der Lokomotive zusammengeschraubten Hälften so hergestellt, daſs jedes Guſsstück einen Hochdruck- und einen Niederdruck-Zylinder mit dem zugehörigen gemeinschaftlichen Schiebergehäuse enthält; auſser der gewöhnlichen Befestigung ist vorn und hinten eine Verbindung mit dem Rahmen durch zwei dreieckige Blechversteifungen angeordnet. Alle Zylinderdeckel sind mit Sicherheitsventilen versehen, am vordern Deckel des Schiebergehäuses, das ein Teil des Verbinders ist, befindet sich ein Lufteinlaſsventil, um bei Leerlauf entstehende Luftverdünnung aufzuheben; ein gleiches Ventil befindet sich am Anfahrventile (Textabb. 1).

Das Anfahrventil ist am Schiebergehäuse derart angebracht, daſs eine Öffnung 6 mit dem Frischdampfkanale vom Kessel zum Schieber und die beiden Öffnungen 4 und 5 mit den Kanälen vom Schieber mit der Vorder- und Hinter-Seite des Hochdruckkolbens in Verbindung stehen; es besteht aus einem senkrecht stehenden Zylinder 1, in dem der Kolben 2 auf der Unterseite vom Schieberkastendrucke und auf der Oberseite vom Kesseldrucke beeinfluſst ist. Wird der Kesseldruck mittels des auf dem Führerstande befindlichen Hahnes, der mit dem Stutzen 3 in Verbindung ist, abgelassen, so hebt sich der Kolben 2, und frischer Dampf tritt durch die Öffnungen 4 und 5 auf beide Seiten des Hochdruckkolbens und durch den Verbinder zum Niederdruckkolben. Die Maschine fährt also mit diesem Kolben allein an, bis nach einem Teile einer Umdrehung das regelmäſsige Arbeiten in allen Zylindern eintritt. Derselbe Hahn, welcher diese Anfahrvorrichtung bedient, hat eine zweite Reihe von Bohrungen, welche Dampf zu kleinen Kolben geben, die ihrerseits die Zylinderablaſshähne öffnen können. Eine Zusammenstellung der Zylinder-Sicherheitsventile, der Zylinder-Ablaſshähne und des Sielrohres, welches den Abfluſs von allen diesen Hähnen aufnimmt, ist in Textabb. 2 dargestellt.

Abb. 1.

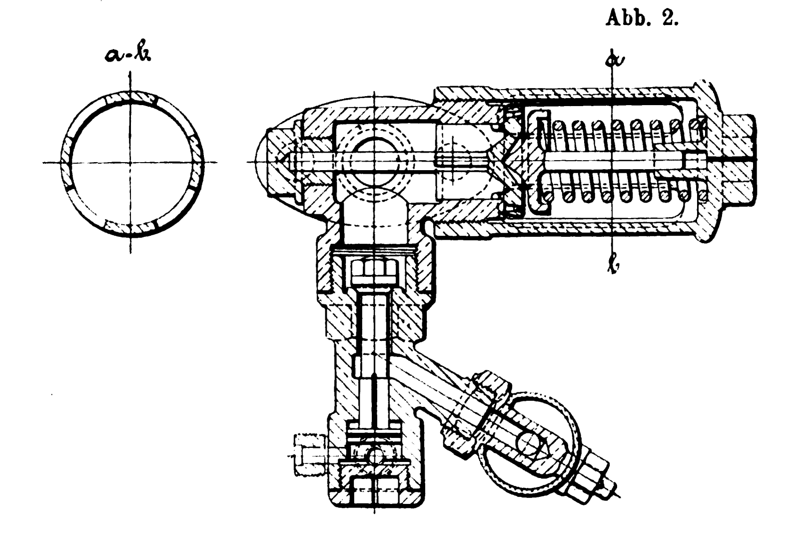


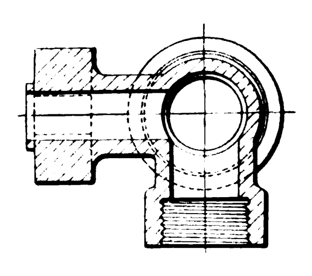


Zum Schmieren der Zylinder sind zwei Nathan-Sichtöler vorgesehen mit je drei Ölabflüssen, die zum Frischdampfkanale und zu beiden Enden des Schiebergehäuses führen; hierdurch wird genügende Ölung aller Schieber und Kolben erzielt.

Die Kreuzköpfe sind so ausgebildet, daſs man durch Einstecken von dünnen Einlage-Blechen zwischen den Kreuzkopfkörper und die bronzenen Gleitschuhe diese bei Abnutzung derart nachstellen kann, daſs die Kolbenstange stets richtig

Abb. 2.





zur Stopfbüchsenmitte geführt wird, was für die Metallpackungen unbedingt nötig ist (Textabb. 3).

Die Kolben und Schieberstangen sind mit der »United states metallic packing«-Dichtung versehen.

Abweichend von den amerikanischen Ausführungen der Vauclain-Lokomotive ist die Heusinger-Steuerung (Textabb. 4) verwendet. Sie ist für eine gröfste Füllung in den Hochdruckzylindern von 82 $^0/_0$ entworfen, die äufsere Deckung für die Hochdruckzylinder ist 24 mm, und das Teilungsverhältnis der Pendelstange ist unter Voraussetzung einer Voreilung von 3,5 mm bestimmt (Textabb. 5, Zus. II).

Unter diesen Voraussetzungen ist die Auftragung der Inhalte (Textabb. 5) für 30 $^0/_0$ Füllung im Hochdruckzylinder gezeichnet. Die Gröfsen der übrigen Deckungen sind so bemessen, dafs bei dieser häufigsten Zylinderfüllung der geringste Druckverlust bei Ausströmung des Dampfes nach dem Verbinder eintritt.

Abb. 3.

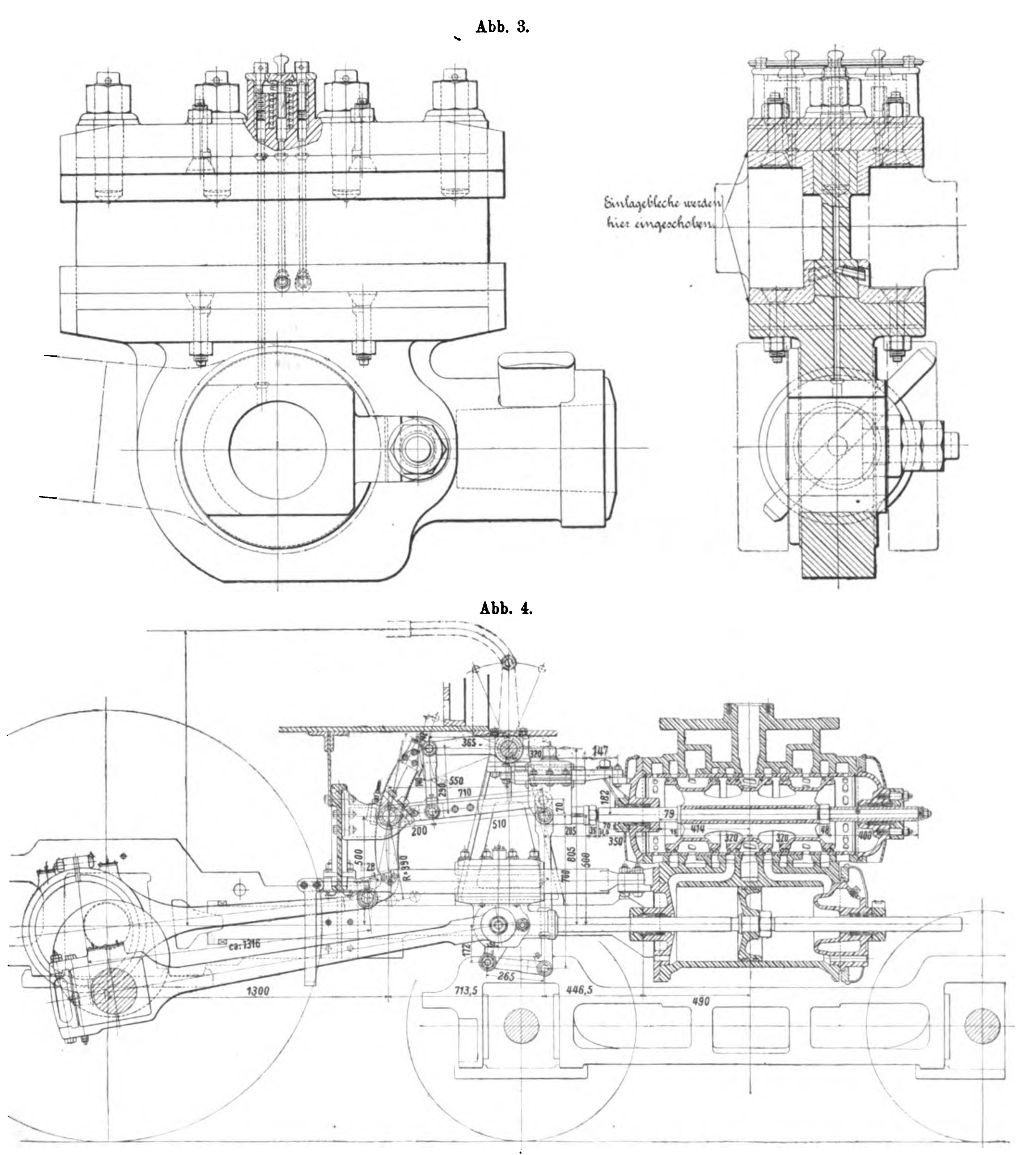
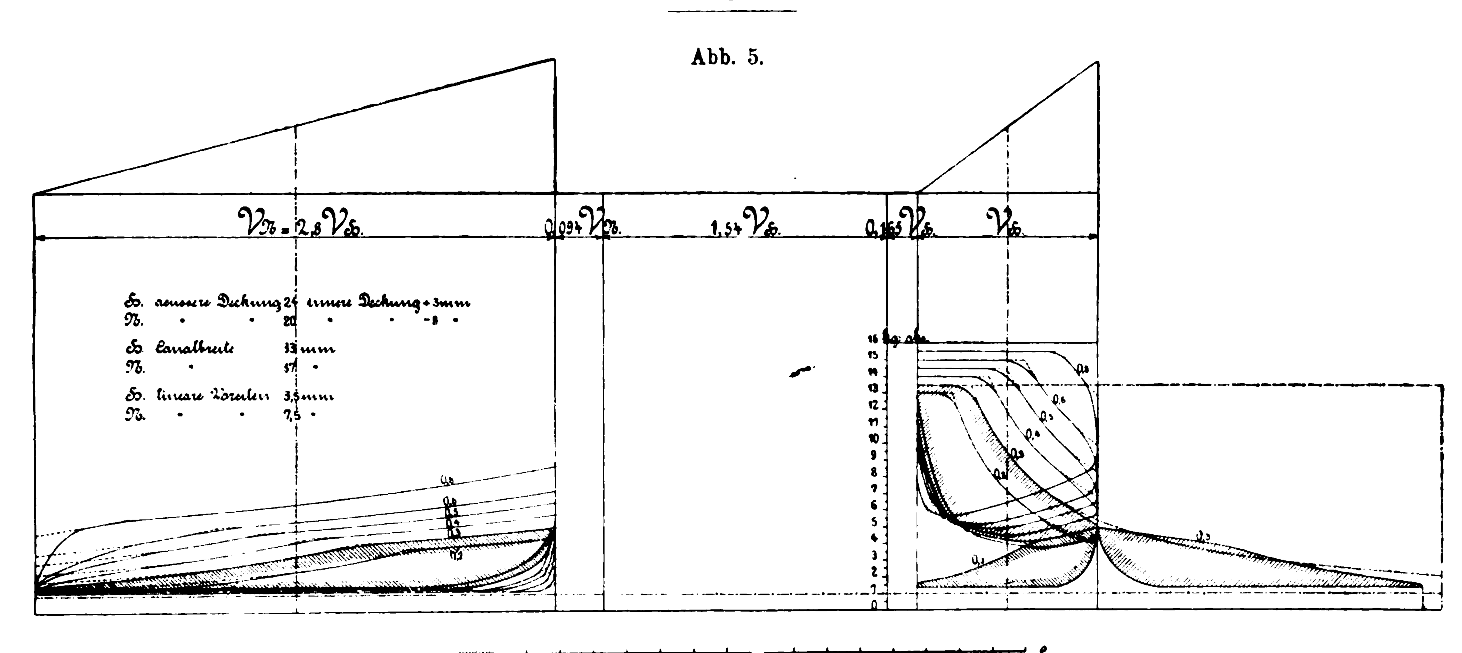


Abb. 4.

Abb. 5.



Die innere Deckung des Hochdruckschiebers mufs hiernach — 3 mm, für den Niederdruckschieber — 8 mm und die äufsere Deckung des Niederdruckschiebers + 20 mm sein.

Nach den Inhalts-Darstellungen und den Zeunerschen Schieberlinien ist die Zusammenstellung I in bekannter Weise aufgestellt.

Zusammenstellung I.

Einströmung Ende H %	Einströmung Ende N %	Einströmung Beginn H %	Einströmung Beginn N %	Ausströmung Ende H %	Ausströmung Ende N %	Ausströmung Beginn H %	Ausströmung Beginn N %	Schieberweg mm	Gröfste Kanalöffnung für Eintritt H mm	Eintritt N mm	Austritt H mm	Austritt N mm
80	83	0,2	0,5	5	3	93	90	116	33	37	33	37
60	66	0,4	1,2	11	7	84	79,5	82	17	21	33	37
50	57	0.5	1,8	14	9,5	79,5	74	73	12,5	16,5	33	37
40	48	0,8	2,7	18,5	13	74	67	67	9,5	13,5	33	37
30	39	1,1	3,8	22,5	16	69	61	62	7	11	33	37
20	29	1,8	5,6	28	21	61	52	58	5	9	32	37

Da die Pleuelstangen der Hoch- und Niederdruckkolben nicht gleich lang sind, kann man bei dieser Steuerung nicht, wie sonst, genau gleiche Füllung vor und hinter dem Hoch- und dem Niederdruckkolben erzielen; man hat hier die Füllungsgrade in den Hochdruckzylindern vorn und hinten gleich gemacht, bei den Niederdruckzylindern dagegen die Ausströmung so geregelt, dafs sie bei um 180° von einander liegenden Kurbelstellungen beginnt.

Die Steuerung wurde hierauf am Modelle untersucht, die Deckungen sind folgendermafsen eingestellt:

Äufsere Deckung	Hochdruck	vorn und hinten		+ 24 mm
«	« Niederdruck	« «	«	+ 20 mm
Innere	« Hochdruck	vorn	4 mm	
		hinten	3 «	
«	« Niederdruck	vorn	10 «	
		hinten	6 «	

Die Ablesungen am Modelle gaben die Zahlen der Zusammenstellung II:

Zusammen- **Hochdruckzylinder.**

	Füllung %	Voreilung Hinten mm	Voreilung vorn mm	Gröfste Öffnung für Einströmung Hinten mm	Gröfste Öffnung für Einströmung vorn mm	Einströmung Beginn H %	Einströmung Beginn V %	Einströmung Ende H %	Einströmung Ende V %	Ausströmung Beginn H %	Ausströmung Beginn V %	Ausströmung Ende H %	Ausströmung Ende V %	Zusammenpressung H %	Zusammenpressung V %	Verhältnis der gröfsten Einströmungsöffnung zur Kolbenfläche H	Verhältnis der gröfsten Einströmungsöffnung zur Kolbenfläche V	Schieberweg mm
Vorwärts	Max.	3	3	33	33	0,08	0,08	81,7	84,8	93,2	94,2	96,3	95,8	3,92	4,12	1: 3,68	1: 3,68	120
	60	3	3	16	14,5	0,25	0,21	57,8	59,5	82,7	83,8	89,5	88,7	10,25	11,09	1: 7,57	1: 8,37	78
	50	3	3	12,5	10,5	0,37	0,42	50.2	50,3	79,0	79.8	86,8	86,2	12,83	13,38	1: 9,68	1:11,26	71
	40	3	3	9	8	0,58	0,66	40,7	39	73,7	74,2	82,7	82,8	15,72	16,54	1:13,45	1:15,13	65
	30	3	3	6	5,5	0,83	0,83	30,5	28,3	67,8	67,0	77,5	76,0	21,67	23,17	1:20,18	1:22,01	61
	20	3	3	4,5	4,5	1,33	1,50	20,8	19,3	61,3	59,3	74,5	72.2	24,17	26,30	1:26,90	1:26,90	57
Rückwärts	0	3	3	3	3	5,92	4,82	6,7	6,5	45,0	42,5	54,7	57,2	39,38	37,98	1:40,35	1:40,35	54
	30	3	3	7	5,5	0,83	0,83	32,7	29,5	69,2	69,8	79,7	78,7	19,47	20,47	1:17,29	1:22,01	61
	Max.	3	3	33	33	0,17	0,17	78,8	84,7	92,3	94,0	96,2	95,2	3,63	4,63	1: 3,68	1: 3,68	117

Obwohl sich die hin- und herlaufenden Massen in der Hauptsache ausgleichen, hat man doch Gegengewichte in den Rädern vorgesehen, welche 25 % der überschüssigen Massen ausgleichen; bei 100 km/St. Geschwindigkeit ist die Zu- und Abnahme des Schienendruckes an den Trieb- und Kuppel-Rädern 830 kg.

Die Hauptrahmen der Lokomotive sind je aus drei Teilen mit Bolzen und Keilen unmittelbar vor und hinter den Trieb- und Kuppel-Rädern zusammengesetzt, das vordere Stück ist geschmiedeter Stahl, die beiden hinteren sind Stahlformgufs; alle Teile sind mindestens auf drei Seiten bearbeitet. Führungs- und Kessel-Träger sind aus Stahlformgufs, der erste ist durch eine dünne Platte fest mit dem Kessel verbunden; die Wärmeausdehnung des Kessels biegt diese Platte, aufserdem umschlingt ein kräftiges Band den Rundkessel und hält ihn gegen den zweiten Kesselträger fest. Die vier Triebradachskisten sind wie an allen dänischen Lokomotiven zweiteilig*).

Das Führerhaus ist so angeordnet, dafs es vom Kessel getragen wird und ihm bei Wärmeausdehnungen folgt; wo es Verbindung mit dem Fufsbleche hat, ist durch Gleitstücke und Öffnungen Sorge getragen, dafs es sich frei verschieben kann, ohne das dem Rahmen folgende Fufsblech zu beanspruchen.

Auch der Drehgestellrahmen besteht aus Stahlgufs in Barrenform; die Lokomotive ruht in einer Kugelpfanne und das Gestell hat 60 mm Seitenspiel nach jeder Seite gegen den Hauptrahmen und Rückstellung durch Pendelaufhängung. Die hintere Laufachse hat 15 mm Seitenspiel und Keilrückstellung. Bei allen Lagerkasten ist Wert auf leichtes Losnehmen der Unterteile gelegt, um die Schmierkissen erneuern zu können.

Die Tender haben keine Drehgestelle, sondern vier einzelne im Rahmen gelagerte Achsen, die erste und dritte mit Seitenspielen von 20 und 10 mm. Diese Anordnung wurde den sonst üblichen Drehgestellen vorgezogen, weil sie einfacher und leichter ist und dabei ruhigern Lauf gewährt, als der kurze Drehgestellabstand; auch lagen Erfahrungen mit dieser Gölsdorfschen Achsanordnung vor, wonach selbst Lokomotiven mit 5,6 m Achsstand trotz sehr scharfer Bogen von 180 m Halbmesser auf österreichischen Bahnen erstaunlich geringe Reifenabnutzungen aufweisen. Der Rahmen ist, wie üblich, aus 20 mm dicken Blechtafeln gebaut und der Wasserkasten hat den bei uns üblichen trogförmigen Kohlenraum; die Wasserfüllung erfolgt nach dem höchst bemerkenswerten Verfahren Gölsdorf mit zwei Schlitzen zu Seiten des Tenders.

*) Organ 1898, S. 9.

Lokomotive und Tender werden mit der selbsttätigen Saugebremse bedient; da man aber wünschte, auch die Drehgestelle zu bremsen und unter der Lokomotive der Raum für die Saugzylinder der Trieb- und Drehgestell-Achsen fehlte, so wurde am Tender ein Drucksteigerer angebracht, in dem von einem Saugezylinder aus eine Wasserpressung von 12 kg/qcm erzeugt wird, die durch dünne, bewegliche Rohrleitungen in entsprechende Bremszylinder gelangt.

Zur Bestimmung der Zugkraft mufs man zuerst die Dampferzeugung des Kessels berechnen, dies geschieht nach meiner neuen Formel*):

$$W = 40\, H_f{}^{qm} . \left(12 - \frac{H_f{}^{qm}}{R^{qm}}\right) + 0{,}31 . H_r{}^{qm} \left(150 - \frac{H_r{}^{qm}}{R^{qm}}\right)$$

welche bei den gegebenen Verhältnissen eine Verdampfung von 9390 kg/St. Wasser liefert, entsprechend 45,9 kg auf 1 qm der Heizfläche und 2910 kg auf 1 qm der Rostfläche.

Mit einem Dampfüberdrucke von 15 at. bei 7,943 Dampfdichte entspricht dies einer Dampfmenge von 1182 cbm/St. Demnächst hat man den Dampfverbrauch für 1 P. S. St. nach der in der »Hütte« gegebenen Art bestimmt, doch sind die Wertziffern derart angepafst, dafs sie mit den schon oben berührten Versuchsergebnissen aus St. Louis an den Vauclain-Lokomotiven übereinstimmen. Die Ziffer Ci" des Abkühlungsverlustes wird in der Hütte zu 4,0 angegeben, ist aber hier zu

*) Organ 1906, S. 177.

stellung II.

Niederdruckzylinder.

Schleifen des Steines	Voreilen		Gröfste Öffnung für Einströmung		Einströmung				Ausströmung				Zusammenpressung		Verhältnis der gröfsten Einströmungsöffnung zur Kolbenfläche	
					Beginn		Ende		Beginn		Ende					
	Hinten	Vorn	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
mm	mm	mm	mm	mm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
16	7	7	37	37	0,29	0,42	84	87	91,5	91,7	97,2	97,7	2,51	1,88	1 : 9,19	1 : 9,19
5	7	7	18,5	20	1,0	1,25	60	69	78,2	79,5	92,7	93,0	6,3	5,75	1 : 18,40	1 : 17,01
4	7	7	14,5	16,5	1,33	1,83	52	62,8	73	75,3	91,2	91,3	7,47	6,87	1 : 23.46	1 : 20,62
2	7	7	12	13	2,0	2,83	41,3	54	66	69,5	88,0	88,2	10,0	8,97	1 : 28,35	1 : 26,17
1	7	7	9,5	10	3,0	4,0	32,3	44,8	58	62,5	84,2	84,2	12,8	11,8	1 : 35,81	1 : 34,02
1	7	7	8,5	8,5	4,2	6,2	23,8	34,7	49,7	54,5	79,7	78,7	16,1	15,1	1 : 40,03	1 : 40,03
0	7	7	7	7	10,0	15,82	11,5	16,5	33,7	36,8	67,0	63,3	23,0	20,88	1 : 47,84	1 : 47,84
6	7	7	9,5	11	3,0	3,82	33,2	46,7	60,2	64	84,5	85,2	12,5	10,98	1 : 35,81	1 : 30.93
15	7	7	37	37	0,33	0,50	83,3	85,0	91,3	90,5	96,8	97,5	2,87	2,00	1 : 9,19	1 : 9,19

$C_i'' = 3,5$ eingesetzt, was sich dadurch rechtfertigt, dafs die Hochdruckzylinder sehr gut gegen Abkühlung geschützt sind und Wärme von der Rauchkammer empfangen.

Aus dem so gefundenen Dampfverbrauche und der Dampfmenge ist mit Hülfe der Inhalts-Darstellungen Zusammenstellung III berechnet.

Zusammenstellung III.

Füllung der Hochdruckzylinder %	Umdrehungen in der Minute	Geschwindigkeit km/St.	Hochdruck pm. kg/qcm	Hochdruck P. S.	Niederdruck pm. kg/qcm	Niederdruck P. S.	Leistung im Ganzen P. S.	Wasserverbrauch kg/P. S. St.	Zugkraft $\frac{P. S. \times 270}{km}$
80	79	30	8,45	320	5,25	560	880	10,7	7900
60	110	41	7,7	409	3,95	591	1000	9,39	6600
50	132	50	6,86	437	3,2	575	1012	9,3	5480
40	170	64	5,88	484	2,48	574	1058	8,88	4460
30	233	87	4,67	527	1,73	553	1080	8,7	3360
20	383	143	3,05	566	0,875	459	1025	9,18	1940

Um die Leistungs-Rechnung zu erleichtern, ist die nachstehende Erfahrungs-Formel für den Dampfverbrauch Ci für 1 P. S. St. entsprechend einem gegebenen Dehnungs-Verhältnisse E aufgestellt

$$Ci = 100\ (E - 0,16)^2 + 9,0$$

Die Ergebnisse der drei verschiedenen Arten der Ermittelung des Dampfverbrauches sind in Zusammenstellung IV aufgeführt.

Zusammenstellung IV.

Umdrehungen in der Stunde	Aus den Inhalts-Darstellungen gefunden kg	Die Erfahrungs-Formel ergibt kg	Versuchsergebnisse aus St. Louis: Umdrehungen Stunde	Versuchsergebnisse aus St. Louis: Dampfverbrauch kg
4700	10,7	10,82	4800	10
6000	9.40	9,55	—	—
7900	9,30	9,20	7200	9,25
10200	8,88	9,02	9600	8,80
14000	8,70	9,03	14400	9,15
23000	9,18	9,23	16800	9,50

Den Wert E findet man unter Einführung des schädlichen Raumes im Hochdruckzylinder, welcher in unserm Falle 16,5 % ist, zu

$$E = \frac{\frac{l_1}{l} + 0,165}{1,165 \cdot 2,8},$$

weil das Zylinderverhältnis 2,8 ist.

Die gröfste Füllung, welche man unter Berücksichtigung der im Kessel erzeugten Dampfmenge bei langen Fahrten mit einer bestimmten Umdrehungszahl n in der Stunde geben kann, wird gefunden aus:

$$\text{Dampfmenge in der Stunde} = 1182\ \text{cbm} = \left(\frac{l_1}{l} + 0,04\right) . n . J_H,$$

worin J_H der Inhalt des Hochdruckzylinders und 0,04 die Menge Dampf ist, welche bei jedem Kolbenhube in dem schädlichen Raume des Hochdruckzylinders nachgefüllt werden mufs.

Dieselbe Gleichung für die Geschwindigkeit $V^{km/St.}$ der Lokomotive lautet:

$$\frac{l_1}{l} = \frac{33,7}{V^{km/St.}} - 0,04$$

Nachdem auf diese Weise $\frac{l_1}{l}$ gefunden ist, bestimmt man E und C_1.

Der Rest der Rechnung wird vorgenommen, wie früher*) angegeben wurde, blofs ist bei diesen grofsen Lokomotiven die Zugwiderstandsformel

$$W = 2,5 + 0,6 \frac{(V^{km/St.})^2}{1000}.$$

gebraucht.

Die Hauptmafse.

Hochdruckzylinder Durchmesser d	340 mm
Niederdruckzylinder « d_1	570 «
Kolbenhub l	600 «
Triebrad-Durchmesser D	1984 «
Lauf-Drehgestell- und Tender-Rad-Durchmesser	1054 «
Ganzer Achsstand der Lokomotive	8950 «
Fester « « «	2100 «
Heizfläche in der Feuerkiste H_f	12,1 qm
« in den Heizrohren H_r	192,4 «
Ganze Heizfläche H	204,5 «
Rostfläche R	3,23 «
Verhältnis H : R	63,2
Triebachslast L_1	32 t
Dienstgewicht L	67,1 «
Verhältnis H : L	3,05qm/t
Dampfüberdruck p	15 at
Kesseldurchmesser innen	1620/1500 mm
Heizrohrlänge zwischen den Rohrwänden	4800 «
Heizrohrdurchmesser	45,5 und 51 «
Rohrwandteilung	70 «
Zahl der Heizrohre	263
Höhe der Kesselmitte über S O	2650 mm
« des Schornsteines über S O	4300 «
Wasservorrat in Kessel	6,7 t
Leergewicht der Lokomotive	59,8 «
Gröfster Mitteldruck im Hochdruckzylinder = 0,56 p =	8,4 at
« « « Niederdruck- « = 0,36 p =	5,4 «

*) Organ 1905, S. 125.

Gröfste Zugkraft $Z = \frac{l(8,4 . d^2 + 5,4 . d_1^2)}{D} = 8200$ kg

Verhältnis Z : H		40 kg/qm
« Z : L		122 kg/t
« Z : L_1		256 «

Tender.

Wasservorrat	21 t
Kohlenvorrat	6 «
Dienstgewicht	46,2 t
Ganzer Achsstand	4800 mm
Fester «	3200 «

Die elektrischen Kraft- und Licht-Anlagen der neuen Lokomotiv-Werkstätte auf dem Bahnhofe Dortmund-Rgb.

Mitgeteilt von **Lenz**, Eisenbahn-Bauinspektor in Dortmund.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel III und Abb. 1 bis 3 auf Tafel IV.

Die von der ehemaligen Köln-Mindener Eisenbahn-Gesellschaft erbaute Lokomotiv-Werkstätte am Hauptbahnhofe Dortmund mufste wegen der in der Ausführung begriffenen Bahnhofserweiterung verlegt werden und wurde in den Jahren 1901 bis 1903 auf dem Bahnhofe Dortmund-Rgb. in Verlängerung der daselbst befindlichen Wagen-Werkstätte neu errichtet.

Für diese Werkstätte, welche 82 bedeckte Stände hat, und 800 bis 900 Arbeiter beschäftigt, ist die ausschliefsliche Verwendung elektrischer Kraft zum Antriebe aller Arbeitsmaschinen, der mechanischen und maschinellen Anlagen, sowie für die Aufsenbeleuchtung und die Beleuchtung der Arbeitsräume durchgeführt worden.

Der elektrische Strom wird von dem städtischen Elektrizitätswerke der Stadt Dortmund auf Grund eines langfristigen Vertrages geliefert, und zwar wird Drehstrom von 2000 Volt Spannung und 50 Perioden in der Sekunde zunächst in einem durch Eisenband geschützten Kabel bis zur Werkstätte geleitet. Hier ist ein besonderer Raum zur Aufnahme von Umformern eingerichtet, welche die Spannung von 2000 Volt auf die Betriebspannung von 190 Volt bringen. In unmittelbarer Nähe des Umformerraumes ist in der Lokomotiv-Werkstätte die Hauptschalttafel aufgestellt.

Schalttafel und Strommessung.

Die Anordnung der Mefsvorrichtungen und Ausschalter auf der vordern Seite der Schalttafel ist so getroffen, dafs eine Hälfte der Tafel für Kraftzwecke, die andere für Licht dient. Weil für Licht und Kraftentnahme verschiedene Preise gezahlt werden, sind je besondere Licht- und Kraftzähler eingeschaltet. Zur Ermöglichung einer Nachprüfung wird der verbrauchte Strom zuerst von den dem Elektrizitätswerke gehörigen Zählern und darauf von Zählern der Verwaltung gemessen. Hinter der Schalttafel sind die Sicherungen für Kraft, sowie für Licht und aufserdem Zusatzwiderstände für die Bogenlampenstromkreise an einem Eisengerüste untergebracht.

I. Kraftanlage.

Triebmaschinen.

Die Kraftanlage umfafst 48 elektrische Triebmaschinen von 1,3 bis 50 P.S. mit zusammen 581 P.S.

Die Triebmaschinen sind für 190 Volt Drehstrom gebaut, und dienen zum Antriebe teils von Gruppen, teils von einzelnen Arbeitsmaschinen oder mechanischen Vorrichtungen. Für die gröfseren Triebmaschinen sind besondere Anlasser vorhanden, die kleineren sind entweder mit selbsttätiger Gegenschaltung oder mit Kurzschlufsanker versehen. Der Antrieb geschieht teils durch Riemen, teils durch Zahnradvorgelege, bei denen das kleinere Rad auf der Triebwelle aus Rohhaut besteht.

Die elektrischen Triebmaschinen sind auf die einzelnen Betriebe wie folgt verteilt:

1. Zwei Drehstrommaschinen von je 50 P.S. mit 1000 Umdrehungen in der Minute treiben eine Luftpumpenanlage in der Schmiede. Beide sind an eine gemeinschaftliche Welle mit Riemscheibe gekuppelt und treiben zusammen eine Prefsluftpumpe an. Bei Beschädigung einer von ihnen kann diese abgekuppelt und die Pumpe bei entsprechend geringerer Leistung noch durch die zweite betrieben werden. Die Luftpumpe ist für Verbundwirkung gebaut und verdichtet höchstens 13,8 cbm/Min. Luft auf 5 atm bei 400 mm und 260 mm Zylinderdurchmesser, 400 mm Hub und 159 Umläufen. Der Arbeitsverbrauch zur Hochspannung dieser 13,8 cbm/Min. Luft beträgt 78 P.S. an der Pumpenwelle. Die erzeugte Prefsluft dient zum Betriebe der Schmiedehämmer in der Hammerschmiede und Schmiede. Vorhanden sind: 1 Hammer von 1000 kg, 1 Hammer von 500 kg und 2 Hämmer von je 250 kg Bärgewicht. Diese vier Hämmer wurden in der alten Werkstätte mit Dampf betrieben; sie arbeiteten mit frischem Oberdampfe und hatten selbsttätige und von Hand zu bewegende, entlastete Kolbensteuerung. Die Hämmer haben keine Umänderung erfahren und arbeiten mit Prefsluft von 4 bis 5 atm anstandslos. Gegenüber dem Dampfbetriebe haben die Ausbesserungen von undichten Rohrflantschen, Stopfbüchsen und Ventilen abgenommen, und die Reinigung und Instandhaltung der Hämmer wird durch das Trockenarbeiten wesentlich erleichtert. Die Gestellungskosten der Prefsluft sind freilich erheblich höher, als die von Dampf, zumal wenn Nebenerzeugnisse, wie Abgase von Schweifsöfen zum Heizen benutzt werden könnten. Auf 1 K.W.St. werden etwa 14 kg Prefsluft von 4 atm Überdruck erzeugt, das kg Prefsluft dieser Spannung kostet also bei dem augenblicklichen Preise für 1 K.W.St. 0,5 Pf. allein an Stromkosten.

Die Prefspumpe ist von Pokorny und Wittekind in Frankfurt a. M. gebaut; sie liefert auch die Prefsluft zum Betriebe der Handprefsluftwerkzeuge in der Kesselschmiede und für einzelne andere Zwecke.

2. Zwei Drehstrom-Triebmaschinen von je 30 P.S. und 965 Umdrehungen in der Minute zum Antriebe der Maschinen der Grofsdreherei (Abb. 2 bis 4, Taf. III).

Jede Triebmaschine hat Zahnradvorgelege und Riemscheibe, von der aus durch Riemen eine Hauptwellenleitung in Umdrehung gesetzt wird. Die Arbeitsmaschinen sind in zwei einander gegenüber stehenden Gruppen aufgestellt, ihre Vorgelege werden von den beiden 80 Umdrehungen in der Minute machenden Hauptwellen angetrieben.

3. Acht Drehstrom-Triebmaschinen von je 25 P.S. und 720 Umdrehungen in der Minute zum Antriebe der Hauptübertragungswellen der Kleindreherei (Abb. 1 bis 3, Taf. IV).

Die Arbeitsmaschinen der Kleindreherei sind in acht Gruppen aufgestellt. Jede Gruppe hat ein eisernes Wellengerüst. Auf jedem Gerüste ist in der Mitte eine 25 P.S.-Maschine aufgestellt, die durch ein Stirnradvorgelege eine Hauptwelle mit 150 Umdrehungen in der Minute in Bewegung setzt. Teils von der Hauptwelle aus, teils durch Zwischenwellen werden die Vorgelege der einzelnen Arbeitsmaschinen angetrieben.

4. Eine Drehstrom-Triebmaschine von 25 P.S. und 960 Umdrehungen in der Minute zum Antriebe der Bohr- und Loch-Maschinen und Scheren in der Kesselschmiede.

Die Triebmaschine hat Zahnradvorgelege. Von der auf der Vorgelegewelle sitzenden Riemscheibe wird eine Hauptwelle angetrieben, von welcher die verschiedenen Arbeitsmaschinen ihren Antrieb erhalten.

5. Zwei Drehstrom-Triebmaschinen von je 25 P.S. mit 960 Umdrehungen in der Minute in der Schmiede, Heizrohrbearbeitungs- und Räder-Werkstätte.

Eine Triebmaschine dient zum Antriebe eines Ventilators mit Riemen, die zweite treibt mit Zahnradvorgelege und Riemscheibe eine Welle, von der aus die Heizrohr-Bearbeitungsmaschinen, ein Radreifenhammer, eine Gasprefspumpe für ein Radreifenfeuer, eine Druckpumpe für die Räderpressen und einige sonstige Maschinen, sowie ein Aushilfsventilator betrieben werden.

6. Eine Drehstrom-Triebmaschine von 7,5 P.S. zum Antriebe einer Welle in der Tischlerei durch Riemen. Von der Welle aus werden einige Holzbearbeitungsmaschinen betrieben.

7. Eine Drehstrom-Triebmaschine von 15 P.S. zum unmittelbaren Antriebe einer Blechbiegemaschine, zum Kaltbiegen von Blechen bis 20 mm Stärke und 3000 mm Breite.

8. Eine Drehstrom-Triebmaschine von 12 P.S. zum unmittelbaren Antriebe einer doppelten Blechschere in der Schmiede.

9. Drei Drehstrom-Triebmaschinen von je 15 P.S. zum Antriebe von drei Lokomotiv-Schiebebühnen in der Lokomotiv-Werkstätte. Die Triebmaschinen sind auf den Schiebebühnen-Gestellen federnd gelagert. Der Antrieb erfolgt mittels im Ölbade laufender Schnecke und Zahnradgetriebe unmittelbar auf die Laufräder. Auf jeder Schiebebühne ist ein wagerecht liegendes Seilspill zum Heranholen der Lokomotiven angebracht, welches von der Triebmaschine mit angetrieben wird und durch Klauenkuppelung aus- und eingeschaltet werden kann. Die Schiebebühnen von 9 m Fahrschienenlänge haben, mit 56 t belastet, eine Fahrgeschwindigkeit von 0,5 m/Sek. Die Stromabnahme von den in 6 m Höhe verlegten Leitungen erfolgt durch Stromabnahmebügel, die Rückleitung durch die Schienen. Zur Steuerung dienen Wendeanlasser mit einstellbaren Widerständen.

10. Sechs Drehstrom-Triebmaschinen von je 3 P.S. und

11. Zwölf Drehstrom-Triebmaschinen von je 1,5 P.S., zusammen für drei Deckenlaufkräne von 15 m Spannweite in der Lokomotiv-Werkstätte und drei von 11 m Spannweite in der Kesselschmiede mit je 15 t Tragkraft. Die Laufkräne haben je drei Triebmaschinen. Eine Schleifring-Maschine hebt die Last mit 3 P.S., zwei Kurzschlufs-Maschinen bewegen die Katze und die Kranbrücke mit je 1,5 P.S. Zur Anstellung der Maschinen sind Umkehranlasser vorhanden.

Die Stromzuführung erfolgt durch Drähte, welche seitlich an den Dachbindern des Gebäudes angebracht sind, die Stromabnahme durch Schleifschlitten. Durch quer über den Kran gespannte Schleifdrähte wird der Strom der Laufkatze zugeführt. Die Maschinen sind schwingend aufgehängt, der Antrieb erfolgt durch Stirnrädervorgelege.

12. Drei Drehstrom-Triebmaschinen von je 3,4 P.S. und

13. Drei Drehstrom-Triebmaschinen von je 1,3 P.S.

Diese sechs Maschinen dienen zum Antriebe von drei Laufkatzen zum Aufbringen der Radsätze in der Grofsdreherei auf die Achsbänke. Eine Katze bedient, auf einer am Wellengerüste befestigten Bahn laufend, zwei einander gegenüber stehende Räderdrehbänke. Die gröfsere Maschine dient zum Heben, die kleinere zur Längsbewegung. Die Tragfähigkeit einer Laufkatze beträgt 4 t.

14. Drei fahrbare Drehstrom-Triebmaschinen von je 7,5 P.S. Jede dieser Maschinen ist mit einem zweiräderigen Fahrgestelle versehen, hat auf beiden Seiten der Vorgelegewelle lösbare Kreuzgelenk-Kuppelungen und dient zum gleichzeitigen Antriebe von je vier Lokomotiv-Hebeböcken. Die Kraftübertragung erfolgt durch ausziehbare Wellen mit Kreuzgelenken und durch zwei Rädervorgelege auf zwei Hebeböcke unmittelbar. Von den Vorgelegen dieser Hebeböcke*) aus werden die Vorgelege der gegenüber stehenden Böcke durch Kettenräder und Gelenkketten angetrieben. Da die Hubgeschwindigkeit bis zu 120 mm/Sek. beträgt, so dauert das Hochnehmen auch von Schnellzug-Lokomotiven kaum zehn Minuten. Aufserdem werden dieselben Maschinen auch zum Antriebe von tragbaren Lokomotiv-Zylinder-Bohrvorrichtungen und Stehbolzen-Bohrvorrichtungen vorteilhaft verwendet.

Da das Heben und Senken der Lokomotiven je nach Bedarf schneller oder langsamer erfolgen mufs, so ist eine Regelung der Umlaufzahl erforderlich; diese erfolgt durch Einschalten von Widerständen in den Ankerstrom. Die Stromzuführung nach der Maschine erfolgt durch ein aufrollbares Dreileiterkabel. An den Verbrauchstellen sind Wandanschlufsdosen angebracht.

Leitungen.

Als Stromzuführung zu den gröfseren Triebmaschinen dient mit Eisenband verstärktes Dreileiter-Kabel für 3×700 Volt. Das Kabel ist von der Hauptschalttafel aus, soweit es in der Werkstätte verläuft, unterhalb des Fufsbodens in gemauerte, im Freien in aus eisernen Langschwellen gebildete Kanäle verlegt.

Das Ein- und Ausschalten der gröfseren Triebmaschinen

*) Organ 1900, S. 13.

geschieht in deren unmittelbarer Nähe, und zwar sind hierfür besonders verschliefsbare Schaltkästen vorgesehen, in denen aufser je einem dreipoligen Ausschalter und je einer dreipoligen Sicherung noch je ein Stromzeiger angebracht ist, um jederzeit erkennen zu können, wie die Triebmaschinen belastet sind.

II. Beleuchtungsanlage.

Bogenlampen.

Für die allgemeine Beleuchtung der Werkstätte sind Wechselstrombogenlampen, »Differentiallampen« von Siemens und Halske, verwendet. Die Lampen haben 18stündige Brenndauer, festen Brennpunkt und Spar-Reflektoren. Die ganze Kohlenlänge beträgt 650 mm. Ferner haben diese Lampen je eine Kurzschlufsvorrichtung, die beim Erlöschen einer oder mehrerer Lampen selbsttätig in der Weise wirkt, dafs die anderen Lampen dieses Stromkreises brennen, während für die erloschene Lampe ein Ersatzwiderstand eintritt.

Im ganzen sind 80 Bogenlampen von je 12 Amp. für Innenbeleuchtung und 40 von je 15 Amp. für Aufsenbeleuchtung vorhanden. Die Lampen brennen zu je fünf in einer Gruppe hinter einander. Das Ein- und Ausschalten geschieht von der Hauptschalttafel aus.

Leitungen.

Die Leitung von der Schalttafel zu den Bogenlampen innerhalb der Gebäude besteht aus mit Gummi isolierter Kupferleitung, die Freileitung hingegen aus blanker Kupferleitung. An den Kreuzungstellen mit Schwachstromleitungen sind Leitungen mit wetterbeständiger isolierter Hülle verwendet. Im Freien sind die Leitungen auf Porzellanköpfen, in den Gebäuden teils auf solchen, teils auf Porzellanrollen angebracht. Die Bogenlampen im Freien sind zum Teil an 12 m hohen Stahlrohrmasten, zum Teil auf an Gebäuden befestigten Kragstützen aufgehängt und mit Windschutzvorrichtungen versehen, die bei stürmischem Wetter das Pendeln der Lampen verhindern. Im Innern der Gebäude sind die Lampen mit Drahtseilen an den Dachbindern aufgehängt, sie werden mittels Seilwinden bedient.

Mit Ausnahme einiger Triebmaschinen ist die Anlage von Siemens und Halske in Berlin ausgeführt.

Der durchschnittliche Jahresverbrauch an Strom beträgt für Kraftzwecke 350000 K.W.St., also etwa 440000 P.S.St., für Beleuchtung 55000 K.W.St. In den jetzigen Verbrauchstufen wird für Kraft 7,676 Pf./K.W.St. oder 6 Pf./P.S.St., für Licht 17,9 Pf./K.W.St. bezahlt, im ganzen also 350000 . 0,07676 = 26870 M. für Kraft- und 55000 . 0,179 = 9850 M. für Licht-Zwecke.

Der Schienenstofs von Wolhaupter.

Von Ingenieur **F. Hromatka** in Schwarzach i. S.

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 bis 7 auf Tafel IV.

Die Wolhaupter'sche Stofsanordnung gehört zu den Stöfsen mit Schwellenbrückenplatte, ist also eine Verbindung des schwebenden Stofses mit dem ruhenden.

Sie hat während ihrer vierjährigen Verwendungsdauer grofse Verbreitung gefunden, woraus man vorläufig auf Bewährung schliefsen kann. Die Abb. 4 bis 7, Taf. IV zeigen den Stofs für eine 49,6 kg/m schwere Schiene, die den Vorschriften des amerikanischen Ingenieur-Vereines*) entspricht.

Der Stofs besteht aus einer Grundplatte, zwei Fufslaschen und vier Bolzen. Die Grundplatte hat 635 mm Länge, 193 mm Breite und rund 19 mm Höhe. Zwecks Gewichtersparung und Erhöhung der Steifigkeit sind in die Platte Rillen gewalzt, ihre Blechstärke beträgt nur 7,9 mm. Der äufsere Rand der Grundplatte ist auf seine ganze Länge zu einem Haken aufgebogen, gegen den sich der Schienenfufs stützt (Abb. 6, Taf. IV), während der innere Rand auf eine Länge von 128,5 mm beiderseits der Stofslücke und in 80 mm Entfernung von der Schienenmitte eine rechteckige Ausnehmung zur Aufnahme der innern Fufslasche besitzt. Zwei 139,7 mm von den Laschenenden angeordnete Hakennägel fassen an der Innenseite Grundplatte und Schienenfufs.

Die äufsere Lasche ist im vollen Querschnitte auf die ganze Länge durchgeführt. Sie umfafst mit ihrem 44 mm breiten Fufse Schiene und Grundplatte, mufs somit am Schienenkopfe, an der Oberseite des Schienenfufses und der Unterseite der Grundplatte genau anliegen, was von vornherein, jedenfalls aber auf die Dauer schwer zu erreichen ist. 63,5 mm von den Laschenenden sind für die Hakennägel Einklinkungen angebracht. In diesen Querschnitten wird der Laschenfufs bis auf 6,3 mm geschwächt.

Die innere Lasche hat mitten auf 254 mm Länge denselben Querschnitt wie die äufsere, während die anschliessenden Enden in einer Länge von je 190,5 mm durch Wegfräsen des Fufses wie Winkellaschen ausgebildet sind, sodafs die Grundplatte an der Innenseite auf den Schwellen aufruht, im Zwischenraume jedoch durch die Fufslasche unterstützt wird, während sie aufsen auf die ganze Länge durch die Fufslasche gestützt erscheint.

Der Stofs liefert eine kräftige Querschnittsdeckung und würde vermutlich noch bessere Ergebnisse liefern, wenn die Befestigung auf den Holzschwellen stärker wäre. Da in Amerika meist noch keine Unterlegplatten verwendet werden und die Befestigung des Schienenfufses auf den allerdings eng gelegten Schwellen nur mittels je eines innern und äufsern Hakennagels erfolgt, so müssen die Stofsschwellen um die Höhe der Grundplatte von 19 mm tiefer verlegt werden als die übrigen. Dem Wandern wird nur durch die beiden Nägel der äufsern Fufslasche entgegengewirkt. Die Überlegplatte soll durch die bündige Auflagerung der Grundplatte und des Fufses der Aufsenlasche ersetzt werden, da so eine grofse Auflagerfläche auf den Schwellen von 225 mm Breite erzielt wird.

Diese Stofsanordnung erscheint im Gegensatze zu manchen, die nur die Übertragung der lotrechten Kräfte ins Auge fassen,

*) Organ 1889, S. 205.

Jede Triebmaschine hat Zahnradvorgelege und Riemscheibe, von der aus durch Riemen eine Hauptwellenleitung in Umdrehung gesetzt wird. Die Arbeitsmaschinen sind in zwei einander gegenüber stehenden Gruppen aufgestellt, ihre Vorgelege werden von den beiden 80 Umdrehungen in der Minute machenden Hauptwellen angetrieben.

3. Acht Drehstrom-Triebmaschinen von je 25 P.S. und 720 Umdrehungen in der Minute zum Antriebe der Hauptübertragungswellen der Kleindreherei (Abb. 1 bis 3, Taf. IV).

Die Arbeitsmaschinen der Kleindreherei sind in acht Gruppen aufgestellt. Jede Gruppe hat ein eisernes Wellengerüst. Auf jedem Gerüste ist in der Mitte eine 25 P.S.-Maschine aufgestellt, die durch ein Stirnradvorgelege eine Hauptwelle mit 150 Umdrehungen in der Minute in Bewegung setzt. Teils von der Hauptwelle aus, teils durch Zwischenwellen werden die Vorgelege der einzelnen Arbeitsmaschinen angetrieben.

4. Eine Drehstrom-Triebmaschine von 25 P.S. und 960 Umdrehungen in der Minute zum Antriebe der Bohr- und Loch-Maschinen und Scheren in der Kesselschmiede.

Die Triebmaschine hat Zahnradvorgelege. Von der auf der Vorgelegewelle sitzenden Riemscheibe wird eine Hauptwelle angetrieben, von welcher die verschiedenen Arbeitsmaschinen ihren Antrieb erhalten.

5. Zwei Drehstrom-Triebmaschinen von je 25 P.S. mit 960 Umdrehungen in der Minute in der Schmiede, Heizrohrbearbeitungs- und Räder-Werkstätte.

Eine Triebmaschine dient zum Antriebe eines Ventilators mit Riemen, die zweite treibt mit Zahnradvorgelege und Riemscheibe eine Welle, von der aus die Heizrohr-Bearbeitungsmaschinen, ein Radreifenhammer, eine Gasprefspumpe für ein Radreifenfeuer, eine Druckpumpe für die Räderpressen und einige sonstige Maschinen, sowie ein Aushilfsventilator betrieben werden.

6. Eine Drehstrom-Triebmaschine von 7,5 P.S. zum Antriebe einer Welle in der Tischlerei durch Riemen. Von der Welle aus werden einige Holzbearbeitungsmaschinen betrieben.

7. Eine Drehstrom-Triebmaschine von 15 P.S. zum unmittelbaren Antriebe einer Blechbiegemaschine, zum Kaltbiegen von Blechen bis 20 mm Stärke und 3000 mm Breite.

8. Eine Drehstrom-Triebmaschine von 12 P.S. zum unmittelbaren Antriebe einer doppelten Blechschere in der Schmiede.

9. Drei Drehstrom-Triebmaschinen von je 15 P.S. zum Antriebe von drei Lokomotiv-Schiebebühnen in der Lokomotiv-Werkstätte. Die Triebmaschinen sind auf den Schiebebühnen-Gestellen federnd gelagert. Der Antrieb erfolgt mittels im Ölbade laufender Schnecke und Zahnradgetriebe unmittelbar auf die Laufräder. Auf jeder Schiebebühne ist ein wagerecht liegendes Seilspill zum Heranholen der Lokomotiven angebracht, welches von der Triebmaschine mit angetrieben wird und durch Klauenkuppelung aus- und eingeschaltet werden kann. Die Schiebebühnen von 9 m Fahrschienenlänge haben, mit 56 t belastet, eine Fahrgeschwindigkeit von 0,5 m/Sek. Die Stromabnahme von den in 6 m Höhe verlegten Leitungen erfolgt durch Stromabnahmebügel, die Rückleitung durch die Schienen. Zur Steuerung dienen Wendeanlasser mit einstellbaren Widerständen.

10. Sechs Drehstrom-Triebmaschinen von je 3 P.S. und

11. Zwölf Drehstrom-Triebmaschinen von je 1,5 P.S., zusammen für drei Deckenlaufkräne von 15 m Spannweite in der Lokomotiv-Werkstätte und drei von 11 m Spannweite in der Kesselschmiede mit je 15 t Tragkraft. Die Laufkräne haben je drei Triebmaschinen. Eine Schleifring-Maschine hebt die Last mit 3 P.S., zwei Kurzschlufs-Maschinen bewegen die Katze und die Kranbrücke mit je 1,5 P.S. Zur Anstellung der Maschinen sind Umkehranlasser vorhanden.

Die Stromzuführung erfolgt durch Drähte, welche seitlich an den Dachbindern des Gebäudes angebracht sind, die Stromabnahme durch Schleifschlitten. Durch quer über den Kran gespannte Schleifdrähte wird der Strom der Laufkatze zugeführt. Die Maschinen sind schwingend aufgehängt, der Antrieb erfolgt durch Stirnrädervorgelege.

12. Drei Drehstrom-Triebmaschinen von je 3,4 P.S. und

13. Drei Drehstrom-Triebmaschinen von je 1,3 P.S.

Diese sechs Maschinen dienen zum Antriebe von drei Laufkatzen zum Aufbringen der Radsätze in der Grofsdreherei auf die Achsbänke. Eine Katze bedient, auf einer am Wellengerüste befestigten Bahn laufend, zwei einander gegenüber stehende Räderdrehbänke. Die gröfsere Maschine dient zum Heben, die kleinere zur Längsbewegung. Die Tragfähigkeit einer Laufkatze beträgt 4 t.

14. Drei fahrbare Drehstrom-Triebmaschinen von je 7,5 P.S. Jede dieser Maschinen ist mit einem zweiräderigen Fahrgestelle versehen, hat auf beiden Seiten der Vorgelegewelle lösbare Kreuzgelenk-Kuppelungen und dient zum gleichzeitigen Antriebe von je vier Lokomotiv-Hebeböcken. Die Kraftübertragung erfolgt durch ausziehbare Wellen mit Kreuzgelenken und durch zwei Rädervorgelege auf zwei Hebeböcke unmittelbar. Von den Vorgelegen dieser Hebeböcke*) aus werden die Vorgelege der gegenüber stehenden Böcke durch Kettenräder und Gelenkketten angetrieben. Da die Hubgeschwindigkeit bis zu 120 mm/Sek. beträgt, so dauert das Hochnehmen auch von Schnellzug-Lokomotiven kaum zehn Minuten. Aufserdem werden dieselben Maschinen auch zum Antriebe von tragbaren Lokomotiv-Zylinder-Bohrvorrichtungen und Stehbolzen-Bohrvorrichtungen vorteilhaft verwendet.

Da das Heben und Senken der Lokomotiven je nach Bedarf schneller oder langsamer erfolgen mufs, so ist eine Regelung der Umlaufzahl erforderlich; diese erfolgt durch Einschalten von Widerständen in den Ankerstrom. Die Stromzuführung nach der Maschine erfolgt durch ein aufrollbares Dreileiterkabel. An den Verbrauchstellen sind Wandanschlufsdosen angebracht.

Leitungen.

Als Stromzuführung zu den gröfseren Triebmaschinen dient mit Eisenband verstärktes Dreileiter-Kabel für 3×700 Volt. Das Kabel ist von der Hauptschalttafel aus, soweit es in der Werkstätte verläuft, unterhalb des Fufsbodens in gemauerte, im Freien in aus eisernen Langschwellen gebildete Kanäle verlegt.

Das Ein- und Ausschalten der gröfseren Triebmaschinen

*) Organ 1900, S. 13.

geschieht in deren unmittelbarer Nähe, und zwar sind hierfür besonders verschliefsbare Schaltkästen vorgesehen, in denen aufser je einem dreipoligen Ausschalter und je einer dreipoligen Sicherung noch je ein Stromzeiger angebracht ist, um jederzeit erkennen zu können, wie die Triebmaschinen belastet sind.

II. Beleuchtungsanlage.

Bogenlampen.

Für die allgemeine Beleuchtung der Werkstätte sind Wechselstrombogenlampen, »Differentiallampen« von Siemens und Halske, verwendet. Die Lampen haben 18stündige Brenndauer, festen Brennpunkt und Spar-Reflektoren. Die ganze Kohlenlänge beträgt 650 mm. Ferner haben diese Lampen je eine Kurzschlufsvorrichtung, die beim Erlöschen einer oder mehrerer Lampen selbsttätig in der Weise wirkt, dafs die anderen Lampen dieses Stromkreises brennen, während für die erloschene Lampe ein Ersatzwiderstand eintritt.

Im ganzen sind 80 Bogenlampen von je 12 Amp. für Innenbeleuchtung und 40 von je 15 Amp. für Aufsenbeleuchtung vorhanden. Die Lampen brennen zu je fünf in einer Gruppe hinter einander. Das Ein- und Ausschalten geschieht von der Hauptschalttafel aus.

Leitungen.

Die Leitung von der Schalttafel zu den Bogenlampen innerhalb der Gebäude besteht aus mit Gummi isolierter Kupferleitung, die Freileitung hingegen aus blanker Kupferleitung. An den Kreuzungstellen mit Schwachstromleitungen sind Leitungen mit wetterbeständiger isolierter Hülle verwendet. Im Freien sind die Leitungen auf Porzellanköpfen, in den Gebäuden teils auf solchen, teils auf Porzellanrollen angebracht. Die Bogenlampen im Freien sind zum Teil an 12 m hohen Stahlrohrmasten, zum Teil auf an Gebäuden befestigten Kragstützen aufgehängt und mit Windschutzvorrichtungen versehen, die bei stürmischem Wetter das Pendeln der Lampen verhindern. Im Innern der Gebäude sind die Lampen mit Drahtseilen an den Dachbindern aufgehängt, sie werden mittels Seilwinden bedient.

Mit Ausnahme einiger Triebmaschinen ist die Anlage von Siemens und Halske in Berlin ausgeführt.

Der durchschnittliche Jahresverbrauch an Strom beträgt für Kraftzwecke 350000 K.W.St., also etwa 440000 P.S.St., für Beleuchtung 55000 K.W.St. In den jetzigen Verbrauchstufen wird für Kraft 7,676 Pf./K.W.St. oder 6 Pf./P.S.St., für Licht 17,9 Pf./K.W.St. bezahlt, im ganzen also 350000 . 0,07676 = 26870 M. für Kraft- und 55000 . 0,179 = 9850 M. für Licht-Zwecke.

Der Schienenstofs von Wolhaupter.

Von Ingenieur **F. Hromatka** in Schwarzach i. S.

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 bis 7 auf Tafel IV.

Die Wolhaupter'sche Stofsanordnung gehört zu den Stöfsen mit Schwellenbrückenplatte, ist also eine Verbindung des schwebenden Stofses mit dem ruhenden.

Sie hat während ihrer vierjährigen Verwendungsdauer grofse Verbreitung gefunden, woraus man vorläufig auf Bewährung schliefsen kann. Die Abb. 4 bis 7, Taf. IV zeigen den Stofs für eine 49,6 kg/m schwere Schiene, die den Vorschriften des amerikanischen Ingenieur-Vereines*) entspricht.

Der Stofs besteht aus einer Grundplatte, zwei Fufslaschen und vier Bolzen. Die Grundplatte hat 635 mm Länge, 193 mm Breite und rund 19 mm Höhe. Zwecks Gewichtersparung und Erhöhung der Steifigkeit sind in die Platte Rillen gewalzt, ihre Blechstärke beträgt nur 7,9 mm. Der äufsere Rand der Grundplatte ist auf seine ganze Länge zu einem Haken aufgebogen, gegen den sich der Schienenfufs stützt (Abb. 6, Taf. IV), während der innere Rand auf eine Länge von 128,5 mm beiderseits der Stofslücke und in 80 mm Entfernung von der Schienenmitte eine rechteckige Ausnehmung zur Aufnahme der innern Fufslasche besitzt. Zwei 139,7 mm von den Laschenenden angeordnete Hakennägel fassen an der Innenseite Grundplatte und Schienenfufs.

Die äufsere Lasche ist im vollen Querschnitte auf die ganze Länge durchgeführt. Sie umfafst mit ihrem 44 mm breiten Fufse Schiene und Grundplatte, mufs somit am Schienenkopfe, an der Oberseite des Schienenfufses und der Unterseite der Grundplatte genau anliegen, was von vornherein, jedenfalls aber auf die Dauer schwer zu erreichen ist. 63,5 mm von den Laschenenden sind für die Hakennägel Einklinkungen angebracht. In diesen Querschnitten wird der Laschenfufs bis auf 6,3 mm geschwächt.

Die innere Lasche hat mitten auf 254 mm Länge denselben Querschnitt wie die äufsere, während die anschliessenden Enden in einer Länge von je 190,5 mm durch Wegfräsen des Fufses wie Winkellaschen ausgebildet sind, sodafs die Grundplatte an der Innenseite auf den Schwellen aufruht, im Zwischenraume jedoch durch die Fufslasche unterstützt wird, während sie aufsen auf die ganze Länge durch die Fufslasche gestützt erscheint.

Der Stofs liefert eine kräftige Querschnittsdeckung und würde vermutlich noch bessere Ergebnisse liefern, wenn die Befestigung auf den Holzschwellen stärker wäre. Da in Amerika meist noch keine Unterlegplatten verwendet werden und die Befestigung des Schienenfufses auf den allerdings eng gelegten Schwellen nur mittels je eines innern und äufsern Hakennagels erfolgt, so müssen die Stofsschwellen um die Höhe der Grundplatte von 19 mm tiefer verlegt werden als die übrigen. Dem Wandern wird nur durch die beiden Nägel der äufsern Fufslasche entgegengewirkt. Die Überlegplatte soll durch die bündige Auflagerung der Grundplatte und des Fufses der Aufsenlasche ersetzt werden, da so eine grofse Auflagerfläche auf den Schwellen von 225 mm Breite erzielt wird.

Diese Stofsanordnung erscheint im Gegensatze zu manchen, die nur die Übertragung der lotrechten Kräfte ins Auge fassen,

*) Organ 1889, S. 205.

besonders geeignet, auch die wagerechten Beanspruchungen zu übertragen, insbesondere durch die durchlaufende Schulter der Grundplatte an der Aufsenseite.

Die Laschen sind mit der Schiene und unter einander durch vier Laschenschrauben derart vereinigt, dafs der Kopf abwechselnd aufsen und innen sitzt, entsprechend der Lage des Kopfes wechselt je ein längliches mit einem runden Bolzenloche in der Lasche ab.

Diese Stofskonstruktion ist bei 27 nordamerikanischen Eisenbahnen mit günstigem Erfolge in Verwendung, wir nennen von diesen die Milwaukee und St. Paul-, die Grofse Nord-, die Santa Fé-, die Illinois Zentral-Bahn.

Nach unseren Erfahrungen kann man die folgenden Bedenken gegen den Stofs erheben:

Das Wandern ist nur durch die kleinen Anlageflächen der äufseren beiden Nägel an den Laschenfüfsen und der inneren an der dünnen Grundplatte verhindert, hier werden sich bald starke Verschleifse zeigen.

Die Festlegung der Schiene nach innen beruht nur auf dem Anliegen des Schienenfufses gegen einen Nagel an jedem Schienenende, was bekanntlich nicht genügt. Die Anlageflächen der Laschen werden sich schnell abnutzen, da zu der geringen Stärke noch ihre geringe Länge und die geringe Bolzenzahl fördernd hinzukommt.

Die Wechselstellung der Bolzen erschwert die Unterhaltung und auch die Laschenlochung, ohne dafs ein Vorteil damit erzielt würde.

Die Betriebsergebnisse der deutschen, schweizerischen und französischen Strafsenbahnen.

Mitgeteilt von **F. Krull**, Zivilingenieur in Paris.

Im »Journal des Transports« veröffentlicht Köchlin eine vergleichende Zusammenstellung der Verhältnisse der französischen, deutschen und schweizerischen Stadtbahnen, die allgemeine Beachtung verdienen.

Die Anwendung der Elektrizität im Stadtbahnbetriebe hat den öffentlichen Verkehr in den Städten vollständig geändert und ist so allgemein geworden, dafs andere Verkehrsmittel für den Massenverkehr kaum noch in Betracht kommen.

Die Zusammenstellung I zeigt die Ergebnisse für das Jahr 1901 und auch diese nur erst für Deutschland und die Schweiz, während die französischen Angaben zum Teil noch ausstehen und durch die betreffenden Werte vom Jahre 1900 ersetzt werden mufsten; diese aus dem Jahre 1900 entnommenen Werte sind eingeklammert.

Die Zusammenstellung I ist nach der Gröfse der Städte geordnet und berechnet nach den Verhältnissen und Betriebsergebnissen der bedeutendsten Stadtbahnen. Dabei wurden für Frankreich einige Ortschaften mit grofsem und stark wechselndem Fremdenverkehre ausgeschlossen, weil dieser zu falschen Mittelwerten geführt haben würde.

Zusammenstellung I.

Städte mit einer Einwohnerzahl	Bahnlänge für je 100000 Einwohner km		Jährliche von den Zügen oder Wagen durchlaufene km auf 1 km Bahnlänge km/km		Die zwischen je 2 Abfahrten liegende mittlere Wartezeit in Minuten, bezogen auf einen 15stündigen Dienst Min		Anlagekosten für 1 km Bahnlänge Frs		Anlagekosten für den jährlichen Zug- oder Wagen-km Frs		Einnahme für 1 km Bahnlänge Frs		Einnahme auf den Kopf der Bevölkerung Frs		Einnahme für 1 Zug-km Frs		Kosten für 1 Zug-km Frs		Verhältniszahl der Kosten für 1 Zug-km zu den Einnahmen für 1 Zug-km, letztere 100 gesetzt %		Reinertrag in % der Anlagekosten %	
	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz	Frankreich	Deutschland Schweiz
bis 100000	2,0	2,0	60,000	64,000	(11′)	10′	222,000	189,000	(4,3)	2,9	23.800	31,600	4.69	6,24	(0.47)	0,49	(0,37)	0,35	78	72	2,3	4,7
von 100000 bis 200000	1,8	2,3	72,000	79,000	(9′)	8 1/2′	265,000	196,000	(3,8)	2,5	45,500	36,000	8,55	8,23	(0,65)	0,45	(0,44)	0,31	67	68	5,7	5,7
von 200000 bis 700000	2,0	1,9	118,000	172,000	(5 1/2′)	4′	412,000	361,000	(4,1)	2,1	64,200	76,000	13,32	14,35	(0,61)	0,44	(0,45)	0,29	74	65	3,8	7,4
Paris und Berlin	1,3	1,7	80,000	238,000	(7 1/2′)	3′	523,000	480,000	(6,9)	2,0	92,900	121,000	12,20	14,14	(1,20)	0,51	(0,98)	0,33	78	64	3.3	9,1

Aus der Zusammenstellung ergibt sich nun zunächst, dafs die Ausdehnung des Bahnnetzes in km fast überall dieselbe, im Mittel 2,0 km auf je 100000 Einwohner ist, nur Paris macht eine Ausnahme mit nur 1,3 km, was aber nicht überraschen kann, wenn man die ungeheure Anzahl der nicht berücksichtigten Omnibuslinien von Paris in Betracht zieht.

Die Betriebsdichte läfst sich durch die Anzahl der Zugkilometer ausdrücken, die jährlich auf 1 km Bahnlänge kommen. Unter Annahme eines fünfzehnstündigen Dienstes kann man ferner die mittlere Zughäufigkeit berechnen.

In Deutschland nun wächst die Zugdichte im Verhältnisse zur Gröfse der Städte von 10 Minuten bei kleineren Städten

bis zu 3 Minuten bei grofsen; sie beträgt in Frankfurt a. M. 2 Minuten; in Frankreich dagegen steigt die Zugdichte von 11 Minuten bei kleineren Städten nur auf 5,5 Minuten in grofsen; Paris hat sogar nur 7,5 Minuten, allerdings bei sehr grofsem Fassungsraume der Wagen.

Im allgemeinen ist jedoch auch der Fassungsraum der Wagen der deutschen Stadtbahnen gröfser als der der französischen, sodafs sowohl bezüglich der Zugdichte als auch des Fassungsraumes die Verhältnisse bei den deutschen Bahnen günstiger liegen.

Um die Anlagekosten zu vergleichen, ist es nicht richtig, die Anlagekosten für 1 km Bahnlänge zu vergleichen, sondern die Kostensumme, geteilt durch die Anzahl der jährlichen Zug- oder Wagen-km. Es wäre noch richtiger, die Platz-km als Mafsstab zu wählen; jedoch finden sich hierüber keine Angaben.

Die Anlagekosten für 1 Wagen-km sind nun in Deutschland sehr viel geringer als in Frankreich, sie gehen in Deutschland mit der Zunahme der Einwohnerzahl von 2,9 Frs auf 2,0 Frs herunter, während sie sich in Frankreich auf der Höhe von etwa 4,0 Frs halten und in Paris sogar die Höhe von 6,9 Frs erreichen, was sich durch den viel gröfsern Fassungsraum der Pariser Wagen erklärt.

Dieser bedeutende Unterschied in der Höhe der Anlagekosten bezogen auf den Fassungsraum der Züge ist eine Hauptursache der bessern Wirtschaft der deutschen Stadtbahnen. Dafs die Anlagekosten bei den deutschen Bahnen niedriger sind, hat seinen Grund zunächst in den günstigeren Bauverhältnissen, dann sind die Kosten für die Genehmigung, ferner die Einschätzung der alten Linien beim Ankaufe und dergleichen niedriger, endlich aber sind die deutschen Bahnen nicht wie die französischen verpflichtet, ihr eigenes Kraftwerk zu bauen, können vielmehr ihren Strom zu einem verhältnismäfsig niedrigen Preise von den elektrischen Lichtwerken beziehen, wobei beide Teile ihren Vorteil finden. Die deutschen Stadtbahnen können daher ihren Betrieb leicht steigern und haben dabei keine weitern Anlagekosten auszugeben als für die Beschaffung der Wagen.

In Frankfurt a. M., München, Nürnberg und anderen grofsen Städten Deutschlands sind die Anlagekosten für 1 Wagen-km nicht höher als 1,5 Frs, was bei 6 % für Zinsen und Abschreibung 0,09 Frs ergibt. In Frankreich kostet der Wagen-km rund 4,0 Frs, woraus bei 6 % Verzinsung und Tilgung 0,24 Frs folgen, während in Paris bei dem Preise von 6,9 Frs für den Wagen-km sogar 0,42 Frs an Verzinsung nötig sind.

Die Einnahme auf den Kopf der Einwohnerzahl wächst mit der Gröfse der Stadt, weil sich das Verkehrsbedürfnis mit der Zunahme der Stadtausdehnung vermehrt. Dies hat jedoch seine Grenzen, indem grofse Städte meist noch andere Verkehrsmittel: Omnibusse, Dampfboote, Dampf-Stadtbahnen zur Verfügung haben. In Deutschland sind die Einnahmen auf den Kopf der Bevölkerung höher als in Frankreich und wachsen von 6,0 Frs bis zu 14,0 Frs, gegen 4,70 Frs bis 12,2 Frs in Frankreich.

Die Betriebsausgaben für den Zug- oder Wagen-km stellen sich in Deutschland ebenfalls günstiger. Sie schwanken hier zwischen 0,20 Frs und 0,35 Frs, während Frankreich 0,37 Frs bis 0,45 Frs zahlt. Dagegen schwanken die Einnahmen für den Zug-km in Deutschland zwischen 0,45 Frs und 0,51 Frs, in Frankreich zwischen 0,50 Frs und 0,65 Frs.

Das Verhältnis der Ausgaben für 1 Wagen-km zu den Einnahmen, letztere = 100 gesetzt, liegt für Deutschland zwischen 64 und 72 %, für Frankreich zwischen 67 und 78 %. Paris macht mit einer Ausgabe von 1,00 Frs und einer Einnahme von 1,20 Frs für 1 Wagen-km eine Ausnahme.

Dieser Unterschied hat seinen Grund hauptsächlich in den günstigeren Arbeits- und Anschaffungsbedingungen bei den deutschen Bahnen und in der Verteilung der allgemeinen Unkosten auf eine gröfsere Anzahl von Wagen-km wegen der gröfseren Zugdichte.

Der Fahrpreis ist in Deutschland fast durchgehend 10 Pf. = $12^1/_2$ cts, in Frankreich dagegen meist 10 cts. Nach der letzten Spalte der Zusammenstellung I ergaben die französischen städtischen Bahnen einen Reinertrag von 2,3 bis 5,7 % der Anlagekosten, während die deutschen 4,7 bis 9,1 % brachten. Die französischen Bahnen haben im allgemeinen den gehegten Erwartungen nicht entsprochen, nur die Bahn Roubaix-Tourcoing hat 12,5 % erreicht, während alle anderen unter 8 % blieben und die meisten weniger als 3 % gaben. Bei den deutschen Bahnen dagegen ist die Lage durchgehends eine günstige, Frankfurt a. M. erzielte 17,5 %, Stuttgart 14,2 %, Nürnberg 12,6 %, Posen 12,5 %, Potsdam 11,5 %, Darmstadt 10 %, Heidelberg 10 %, München 16,7 %.

Die Gründe dieser Erscheinung sind nach dem Vorstehenden hauptsächlich die folgenden.

Die französischen Bahnen erfordern im allgemeinen weit bedeutendere Anlage- und Unterhaltungs-Aufwendungen; die Kosten für die Genehmigung sind sehr hoch; die Abfindungen und die Ankaufbeträge für alte Pferdebahnnetze sind oft sehr bedeutend; die französischen städtischen Bahnen müssen ihre eigenen Kraftwerke bauen; der Fassungsraum der Wagen und die Zugdichte sind wesentlich geringer, als in Deutschland; der Fahrpreis ist im allgemeinen niedriger.

Am ungünstigsten sind die Verhältnisse bei den Pariser Bahnen; hier haben aufser den hohen Lasten, die die Bahnen zu tragen haben, besonders die kurze Dauer der Genehmigung, das Verbot, obererdige Leitungen zu verwenden, und besonders der Wettbetrieb der neuen Pariser Stadtbahn eine sehr schwere Lage geschaffen, die wohl kaum zu überwinden sein wird.

Der Bau neuer Lokomotivschuppen.

Von **F. Zimmermann**, Oberingenieur der badischen Staatseisenbahnen in Karlsruhe.

In der Railroad Gazette*) ist die Frage behandelt worden, warum man in Amerika bislang nur »Rundhäuser«**) baut. Dabei wird ein Vergleich zwischen runden und rechteckigen Schuppen angestellt, der zu Gunsten der letzteren ausfällt. In dem Aufsatze ist für die rechteckige Grundform die Queranordnung angenommen, bei der zu beiden Seiten der Schiebebühne nur je eine Lokomotive auf jedem Gleise aufgestellt wird, eine Anordnung, welche der der runden Schuppen entspricht, indem man sich vorzustellen hat, dafs die beiden Halbkreise zu Rechtecken gestreckt werden und die Drehscheibe durch eine Schiebebühne ersetzt wird. Der neue Lokomotivschuppen in St. Louis***) wurde aber in Längsanordnung ausgeführt, bei der mehrere Lokomotiven auf den Fahrgleisen zu beiden Seiten der Schiebebühne hinter einander aufgestellt werden.

In der Eisenbahntechnik der Gegenwart †) ist angegeben, dafs die Baukosten von Lokomotivschuppen rechteckiger Grundform sich am niedrigsten stellen. Die Kosten hängen von den Baustoffen, den Mauerstärken, der Dachbildung, der Art der Tages-Beleuchtung, der Länge der Stände und der etwaigen Überdachung der Drehscheibe oder Schiebebühne ab.

Bei Annahme von 20 m langen Ständen betragen die Kosten bis 12000 M für den Stand. Die runde Grundform hat in vielen Fällen ihre Annehmlichkeiten, sodafs man von dieser bewährten Form nicht gern abgeht. Auf dem europäischen Festlande sieht man deshalb auch sehr viele kreisförmige und ringförmige Schuppen bedeutender Gröfse, so bei der preufsischen und bayerischen Eisenbahnverwaltung. Bei den schweizerischen Bahnen ist die rechteckige neben der runden Grundform vertreten.

In England ist besonders die London und Nordwest-Bahn schon seit einer Reihe von Jahren zur rechteckigen Grundform††) übergegangen, beispielsweise bei den grofsen Schuppen in Crewe und Rugby.

I. Bedarf an Grundfläche und überdachtem Raume.

Bei einem runden Schuppen für Lokomotiven verschiedener Länge, für Lokomotiven mit Schlepptender und Tenderlokomotiven, ist die Tiefe nach der längsten Lokomotive zu bemessen. Bei vorhandenen Schuppen kann an den äufsern Kreisumfang noch ein Anbau zur Verlängerung der Stände angesetzt werden.

Wenn verschieden lange Lokomotiven mit Schlepptender in dem Schuppen untergebracht werden müssen, der Stand aber nicht für zwei Tenderlokomotiven ausreicht, geht teurer Raum verloren.

In Lokomotivschuppen rechteckiger Grundform in der Längsanordnung, also mit Ausfahrt an beiden Kopf-Enden, können drei bis vier Lokomotiven, in englischen Schuppen sogar bis sechs Lokomotiven †††) verschiedener Länge hinter einander gestellt werden.

*) Railroad Gazette 1904, 26. Februar, Nr. 9.
**) Railroad Gazette 1905, 19. Mai, S. 519; 1902, 17. Juni, S. 489.
***) Railroad Gazette 1904, 8. Juli, S. 144.
†) Band II. b, S. 653.
††) Engineering 1882, März, S. 240; 1897, Februar, S. 276.
†††) Eisenbahntechnik der Gegenwart Bd. II. b, S. 636.

Während man bei runden Schuppen für den Durchgang vor und hinter jeder Lokomotive, also zwischen den Lokomotiven und den Schuppenwänden genügend Platz freilassen mufs, verteilt sich der eine Zwischenraum in einem rechteckigen Schuppen auf zwei hintereinander stehende Lokomotiven. Der Durchgang wird durch Überdecken der Gruben mit Brettern gesichert.

Die Ausfahrgleise aus den Lokomotivschuppen hat man früher und auch heute noch bei beiden Grundformen auf eine Drehscheibe gerichtet, sodafs alle aus- und einfahrenden Lokomotiven mehr oder weniger gedreht werden müssen. Bei runder Grundform kann das Auffahren auf eine in der Mitte liegende Drehscheibe nicht umgangen werden. Bei der rechteckigen Grundform aber können die Ausfahrgleise an eine Weichenstrafse angeschlossen werden, die von einem Stellwerke aus mit bedient wird. Die Drehscheibe liegt dann in einem Nebengleise und wird nur befahren, wenn die Fahrrichtung einer Lokomotive geändert werden mufs.

Sollen mehr als etwa 25 Lokomotiven in einem rechteckigen Schuppen untergebracht werden, so wird, wenn man in der Breitenrichtung nicht viele Gleise anlegen will, eine Schiebebühne an das eine Ende gelegt und eine zweite Schuppenabteilung auf der andern Schiebebühnenseite erbaut.

Je nach den Witterungsverhältnissen und den zur Verfügung stehenden Mitteln wird der Schiebebühnenraum überdacht; sonst wird der Zwischenraum wegen des Öffnens der Tore etwa 6 m breiter.

Der Betrieb mufs geordnet und regelmäfsig sein, wenn man vier bis fünf Lokomotiven hinter einander stellen will. Handbetrieb der Schiebebühne reicht nicht aus, diese mufs beide Schuppenabteilungen bedienen können und deshalb grofse Fahrgeschwindigkeit erhalten.

Der Betrieb der Ein- und Ausfahrt der Lokomotiven gestaltet sich einfacher, wenn nur drei bis vier Lokomotiven hinter einander gestellt werden. Bei solcher Anordnung reicht eine Gleislänge von 70 m. In einem Schuppen von sieben Gleisen können dann 21 bis 28 Lokomotiven Platz finden. Ein grofser halbringförmiger Schuppen fafst 20 bis 32 Lokomotiven.

Bei dem Rundhause kann die Ständezahl durch Vergröfserung des innern Ringhalbmessers vermehrt werden. Mit zunehmender Ständezahl nehmen die Baukosten für einen Stand ab, aber der innere unbenutzte Raum wächst quadratisch.

Der einfachste und regelmäfsigste Betrieb ergibt sich beim runden Schuppen.

Das Zufahrgleis zu jedem Stande dient beim Rundhause in der Regel nur für eine Lokomotive, beim rechteckigen Schuppen für drei bis fünf hinter einander stehende Lokomotiven.

Die bei rechteckiger Grundform in beiden Längsrichtungen anzulegenden Weichenstrafsen bleiben sich bei gleicher Gleiszahl gleich, ob man nur einen Schuppen anlegt oder mehrere durch Schiebebühnen getrennte Abteilungen aneinanderreiht. Der Raum für die Weichenstrafsen nimmt also mit der Zahl der unterzubringenden Lokomotiven nicht zu.

Die Gröfse des Schiebebühnenraumes hängt nicht, wie der Drehscheibenraum bei runden Schuppen von der Zahl der in einem Schuppen unterzubringenden Lokomotiven, sondern nur von der Zahl der Schuppengleise ab.

Wird bei einem Lokomotivschuppen mit zwei Abteilungen und zwischenliegender Schiebebühne diese schadhaft, so haben die der Schiebebühne zunächst stehenden Lokomotiven, freilich unter erschwerten Betriebsverhältnissen, immer noch die Möglichkeit der Ausfahrt nach den Weichenstrafsen. Bei drei Abteilungen mit zwei zwischenliegenden Schiebebühnen fahren die Lokomotiven der Mittelabteilung über die zweite Schiebebühne, wenn die erste nicht benutzt werden kann.

Die runden Schuppen hängen von der Drehscheibe ab; erleidet sie eine Störung, so können, je nach der Zahl der eingesperrten Lokomotiven, weitgreifende Betriebstörungen eintreten. Die Aus- und Einfahrten sind also bei der runden Grundform weniger gesichert als bei der rechteckigen.

Der Vergleich der ringförmigen und rechteckigen Anordnung grofser Schuppen hinsichtlich der Platzbeanspruchung fällt zu Gunsten der rechteckigen aus, auch wenn der Platz für die unmittelbaren Ein- und Ausfahrten auf der Weichenstrafse bei der rechteckigen Gestaltung zugerechnet wird, sobald es sich um Unterbringung verschieden langer Lokomotiven handelt. Eine Drehscheibe ist in beiden Fällen nötig.

Bei einem rechteckigen Schuppen mit zwei Abteilungen und überdachter 20 m langer Schiebebühne für sieben Gleise, 70 m Gleislänge und 6 m Gleisabstand sind für die Ein- und Ausfahrt auf der Schiebebühne noch zwei weitere Gleise nötig. Die Fläche für den Schuppen wird also $9 \times 6 = 54$ m breit und $2 \times 70 + 24 = 164$ m lang, der Schuppen allein beansprucht eine Fläche von $164 \times 54 = 6856$ qm und kann 42 grofse 21 m lange, oder 56 mittelgrofse Lokomotiven von durchschnittlich 17 m Länge aufnehmen. Sind etwa $30\,^0/_0$ der aufzunehmenden Lokomotiven Tenderlokomotiven von 12 m Länge, so können sogar bis 64 Lokomotiven Platz finden.

Die Gleise für Ein- und Ausfahrten an den Kopfenden nehmen noch einen Raum von $\frac{2 \times 160 \times 54}{2} = 8640$ qm weg. Die Drehscheibe kann in ein Einfahrts-Dreieck gelegt werden, sodafs hierfür keine weitere Fläche mehr zuzurechnen ist.

Ein halbringförmiger Schuppen mit 24 m innerm Halbmesser, 24 m Standlänge und einer Drehscheibe von 20 m beansprucht in der Breitenrichtung 62 m und in der Längsrichtung 100 m, also an 6200 qm. Hierin haben aber nur 20 grofse oder mittlere Lokomotiven Platz.

Zwei 12 m lange Tenderlokomotiven können auf einem Stande nicht hinter einander aufgestellt werden, weil sonst das Ende der einen schon an die Aufsenmauer stöfst und den Durchgang versperrt und das Ende der zweiten unter dem Einfahrtore steht. Um 60 Lokomotiven in solchen Schuppen unterzubringen, müssen drei Schuppen mit $3 \times 6200 = 18600$ qm Platzaufwand gebaut werden.

Für den rechteckigen Schuppen und die von den Weichenstrafsen abzweigenden Gleise sind $6856 + 8640 = 15496$ qm nötig, also rund 3100 qm weniger als für die drei ringförmigen.

Besser stellt sich der Vergleich für den ringförmigen Schuppen unter der Annahme, dafs nur 40 grofse Lokomotiven unterzubringen sind, für die dann nur zwei Schuppen mit $2 \times 6200 = 12400$ qm erforderlich sind.

Man hat aber bei der Unterbringung von Lokomotiven mit deren verschiedenen Länge zu rechnen. Auch könnte man die rechteckige Anordnung mit zwei Abteilungen, einer Schiebebühne und nur einer unmittelbaren Ausfahrt an einem Kopfende entgegenstellen. Bei schadhafter Schiebebühne könnte immer noch mindestens die Hälfte der Lokomotiven ein- und ausfahren. Ein solcher Schuppen, der also auch 42 grofse Lokomotiven aufnehmen kann, beansprucht dann nur $6856 + 4320 = 11176$ qm Grundfläche. Dazu sind noch 700 qm für die Drehscheibe mit Zufahrt zu rechnen, sodafs der Bedarf von 11900 qm noch geringer bleibt als bei den zwei runden Schuppen.

Wohl kann man bei ringförmigen Schuppen eine Abteilung mit längeren Ständen ausstatten, sodafs auf solchen zwei Tenderlokomotiven Platz finden. Legt man diese Abteilung an die Enden, so nimmt der Bau in der Breitenrichtung nicht mehr Platz weg, als der ringförmige Raum mit den kürzeren Ständen. Bei kleinen Anlagen für 6 bis 10 Lokomotiven ist die ringförmige Anordnung die vorteilhaftere.

Es soll nun noch die Gröfse der überbauten Fläche bei beiden Anordnungen betrachtet werden.

Der rechteckige Schuppen mit zwei Abteilungen hat ohne Schiebebühne eine Grundfläche von $2 \times 70 \times 42 = 5880$ qm, der Schiebebühnenraum hat $24 \times 54 = 1296$ qm, zusammen 7176 qm; drei ringförmige Schuppen von 24 m Standlänge haben $3 \times 2880 = 8640$ qm, also 1450 qm mehr überbaute Fläche als der rechteckige Schuppen für dieselbe Zahl von verschieden langen Lokomotiven.

Der Vergleich soll auch auf einen siebengleisigen rechteckigen Schuppen mit drei Abteilungen und zwei Schiebebühnen ausgedehnt werden. Ein solcher kann 63 grofse oder 84 mittellange und mit $33\,^0/_0$ Tenderlokomotiven im Ganzen bis 96 Lokomotiven aufnehmen. Die für die Anlage nötige Fläche mifst $258 \times 54 + 8640 = 22572$ qm und hat eine überbaute Fläche von $8820 + 2592 = 11412$ qm.

Ringförmige Schuppen für je 20 Lokomotiven müfsten für 80 Lokomotiven vier gebaut werden. Diese nehmen einen Raum von 24800 qm ein und erfordern 11520 qm überbaute Fläche. Trotzdem in dem rechteckigen Schuppen unter Umständen 16 Lokomotiven mehr untergebracht werden können, nimmt er weniger Platz ein und hat geringere überbaute Fläche. Man hat dabei auch nur eine Drehscheibe nötig, weil nur die Lokomotiven gedreht werden, welche andere Fahrrichtung erhalten sollen.

Im einen Falle hat man also eine Drehscheibe und zwei Schiebebühnen, im andern vier Drehscheiben.

Ist die Innenwand eines Halbkreisring-Schuppens 45 m vom Drehscheiben-Mittelpunkte entfernt*) statt 24 m für den Schuppen mit 20 Ständen, so wird die Bodenfläche für 32 Stände von 24 m Länge und eine 20 m Drehscheibe $83 \times 140 = 11620$ qm, also beinahe doppelt so grofs wie für den oben beschriebenen halbringförmigen Schuppen von 6200 qm Bodenfläche für 20 Stände.

*) Organ 1904, S. 60, Tafel XVI.



Zur Unterbringung von 60 Lokomotiven würden zwei solcher Rundhäuser ausreichen; sie erfordern eine Fläche von 23240 qm gegenüber dem rechteckigen Schuppen von 15496 qm. Die überbaute Fläche für zwei grofse Schuppen von je 32 Ständen würde um 8600 qm gröfser sein, als die des rechteckigen Schuppens mit zwei Abteilungen.

Die Bodenfläche mufs für die ringförmigen Schuppen als Rechteck berechnet werden, da die Zwickel wohl für kleinere Bauten brauchbar sind, wie bei den rechteckigen Schuppen die zwischen den vorstehenden Schiebebühnenbauten gelegenen Zwischenräume, aber für Gleisanlagen keinen Wert haben. Besonders ist diese Berechnung als Rechteck angebracht, wenn die Schuppen zwischen Gleisanlagen einer Richtung gestellt werden.

Nach Zusammenstellung I nimmt der rechteckige Schuppen, der dieselbe Anzahl grofser Lokomotiven aufnehmen soll wie die entsprechende Zahl halbringförmiger Schuppen mit offenem Drehscheibenraum, weniger Grundfläche ein, beansprucht aber eine gröfsere überbaute Fläche, wenn der Schiebebühnenraum überdacht wird.

Das Verhältnis ändert sich jedoch wesentlich zu Gunsten der rechteckigen Schuppen, wenn verschieden lange Lokomotiven untergebracht werden müssen, weil dann in den ringförmigen Schuppen unbesetzte Gleislängen entstehen.

Zusammenstellung I.

	Grundfläche qm	Überbaute Fläche qm
a) Rechteckiger Schuppen mit zwei Abteilungen, 70 m Gleislänge, sieben Gleise mit Weichenstrafse. 20 m Schiebebühne. Für 42 grofse Lokomotiven von 21 m oder 56 mittlere von 17 m bis 64 verschiedener Länge	6856 + 8640 = 15496	7176
b) Drei halbringförmige Schuppen für je 20 Stände zu 24 m, 20 m Drehscheibe. Innerer Halbmesser = 24 m. Für 60 Lokomotiven	3×6200 = 18600	3×2880 = 8640
c) Zwei halbringförmige Schuppen für je 32 Stände zu 24 m, 20 m Drehscheibe. Innerer Halbmesser = 45 m. Für 64 Lokomotiven	2×11620 = 23240	2×4300 = 8600
d) Rechteckiger Schuppen mit drei Abteilungen. 70 m Gleislänge. Sieben Gleise. 20 m Schiebebühne. Für 63 grofse. oder 84 mittlere bis 96 Lokomotiven verschiedener Länge	13932 + 8640 = 22572	11412
e) Vier halbringförmige Schuppen für je 20 Stände zu 24 m, 20 m Drehscheibe. Innerer Halbmesser = 24 m. Für 80 Lokomotiven	4×6200 = 24800	4×2880 = 11520
f) Rechteckiger Schuppen mit drei Abteilungen, 88 m Gleislänge, sieben Gleise. 20 m Schiebebühne. Für 84 grofse oder 105 mittlere bis 120 Lokomotiven, verschiedener Länge	12096 + 8640 = 20736	11088 + 2592 = 13680

(Schlufs folgt.)

Elektrischer Betrieb im Simplontunnel.

Von **E. Cserháti,** Professor in Budapest.

Der elektrische Betrieb wurde im Simplontunnel auf ausdrücklichen Wunsch der »Italienischen Staatsbahnen« eingeführt, die ihre Stellungnahme damit begründeten, dafs die Erfahrungen mit Dampfbetrieb in den langen Tunneln der italienischen Bahnen äufserst ungünstig seien. Da vom Zeitpunkte des Beschlusses bis zur beabsichtigten Eröffnung des regelmäfsigen Betriebes verhältnismäfsig nur wenig Zeit zur Verfügung stand, erklärte sich die Direktion der Italienischen Staatsbahnen bereit, die drei auf der Veltliner Bahn laufenden, von der Bauanstalt Ganz u. Co. im Jahre 1904 gelieferten elektrischen Lokomotiven leihweise herzugeben. Weitere zwei elektrische Lokomotiven stellte die Firma Brown-Boweri, die auch die Herstellung der Kraftwerke in Brig und Jselle und die der Stromleitungen übernahm.

Der elektrische Betrieb nahm seinen Anfang am 1. Juni 1906; dies war zugleich auch die erste Anwendung hochgespannten Drehstrom-Betriebes für eine zwischenstaatliche Hauptbahn. Daher ist es erklärlich, dafs die Fachkreise den Ergebnissen dieser neuen Betriebsart auf einer so wichtigen Linie mit Spannung entgegensahen.

Entgegen den verschiedenen Nachrichten, die in der Tages- und Fach-Presse erschienen sind, und die für den elektrischen Betrieb im Simplontunnel nicht günstig lauteten, bin ich in der Lage, auf Grund persönlicher Wahrnehmungen über den wahren Sachverhalt Folgendes mitzuteilen.

Die Stromleitungsanlage, die in den Stationen Brig und Jselle sehr gefällig aussieht und den Bahnhofsdienst in keiner Weise hindert (Textabb. 1 bis 3), und die Kraftanlage arbeiten von Anfang an tadellos. Die drei von der Veltlina-Bahn geliehenen Lokomotiven sind seit dem 1. Juni 1906 unausgesetzt im Betriebe, die zwei von Brown-Boweri beigestellten mufsten, wahrscheinlich weil hierzu früher keine Gelegenheit war, erst

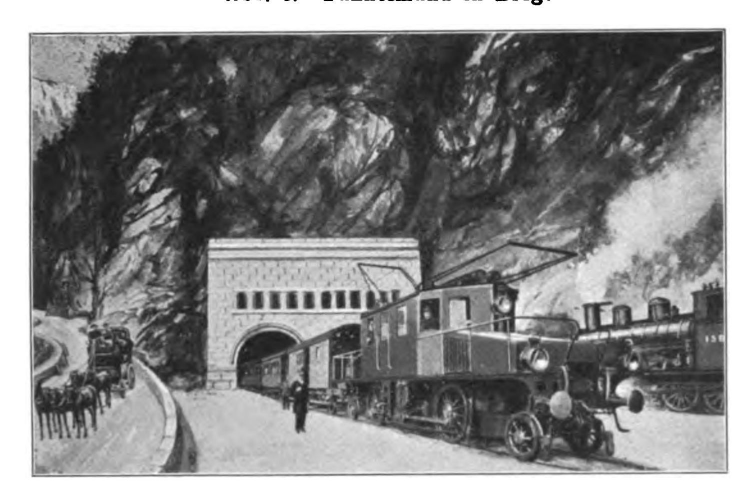
Abb. 1. **Elektrische Oberleitung in Brig.**



Abb. 2. **Elektrische Oberleitung in Brig.**

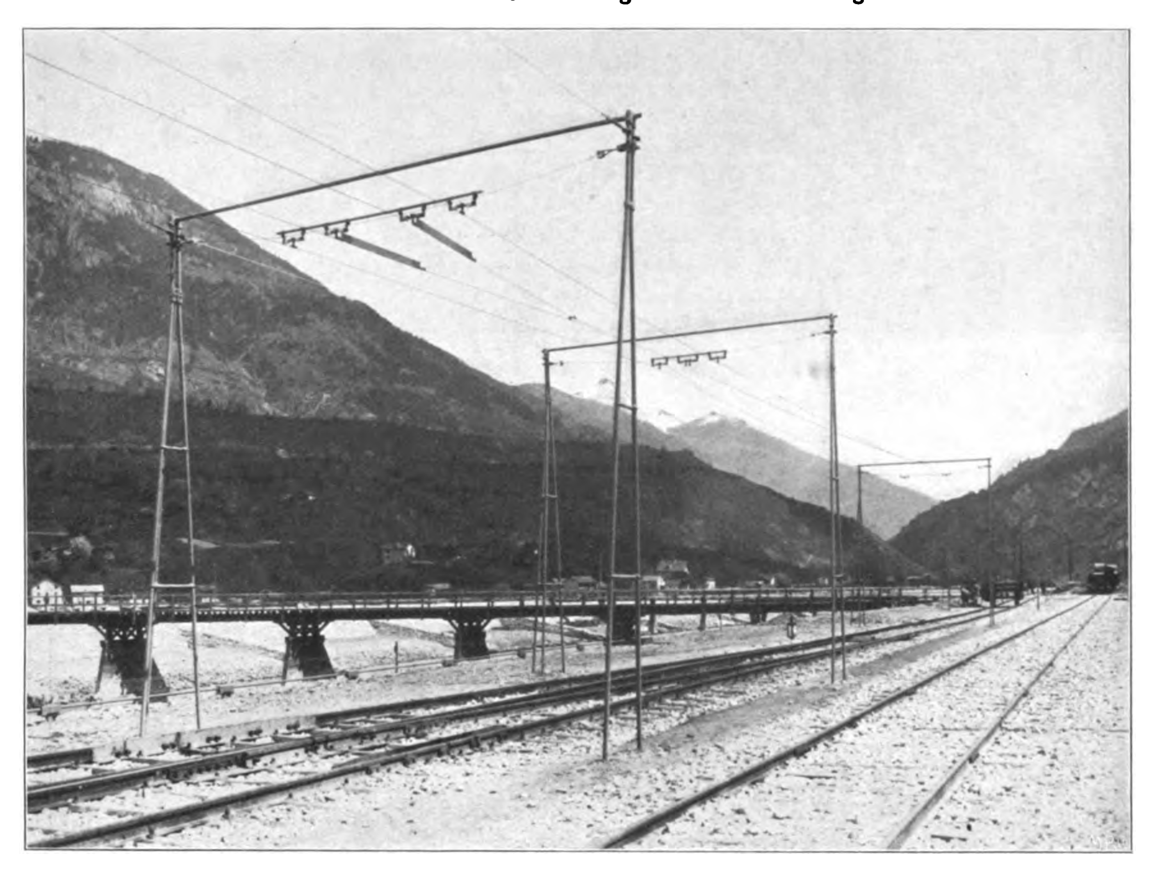


Abb. 3. **Tunnelmund in Brig.**



eine Probezeit durchmachen, sie stehen aber seit dem 1. August ebenfalls im regelmäfsigen Betriebe. Gegenwärtig werden alle Züge mit Ausnahme der wöchentlich in jeder Richtung dreimal verkehrenden Luxuszüge London-Paris-Mailand elektrisch befördert; diese sechs Züge werden wegen des Zeitverlustes bei dreimaligem Lokomotivwechsel in Brig, Jselle und Domodossola, und um Leerfahrten zu vermeiden, mit Dampf befördert. Sobald jedoch die vorgesehene Verlängung der elektrischen Leitungen bis Domodossola fertig sein wird, wird das Befahren des Simplontunnels mit Dampflokomotiven gänzlich aufhören.

Abb. 4. **Elektrische Oberleitung und Weiche in Brig.**



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Untersuchungswagen für den Simplon-Tunnel.

(Elektrische Bahnen und Betriebe, Zeitschrift für Verkehrs- und Transportwesen, 13. Juni 1906, S. 319. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 13 bis 15 auf Taf. V.

Der Simplon-Tunnel bedarf regelmäfsiger genauer Untersuchungen des Gewölbekörpers und der daran befestigten Stromzuleitungen. Diese Arbeiten erfordern ausgiebige Beleuchtung des Tunnels; daher ist von der Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen ein Wagen zur elektrischen Beleuchtung beschafft worden, bei dessen Bau der Gesichtspunkt mafsgebend war, ein stets betriebsbereites Fahrzeug zu haben, das gestattet, unabhängig von dem vorhandenen Strome für den Bahnbetrieb jederzeit eine Prüfung vornehmen zu können.

In dem aus einem zweiachsigen Personenwagen hergerichteten Wagen ist eine Benzin-Maschine von 6 P.S. aufgestellt, die durch Riemenübertragung eine Gleichstrom-Nebenschlufsmaschine von 50 Ampère bei 65 Volt und 850 Umdrehungen in der Minute treibt. Damit die Luft im Tunnel

durch die Verbrennungsgase nicht verschlechtert wird, ist eine besondere Niederschlagvorrichtung vorgesehen. Der mitgeführte Benzinvorrat reicht für einen zwanzigstündigen Betrieb. Die Schalttafel ist mit Anschlüssen für sieben Stromkreise ausgerüstet, für einen Scheinwerfer, für fünf Bogenlampen und für die innere Glühlichtbeleuchtung des Wagens.

Zur Ausführung von Tunneluntersuchungen wird auf dem Wagendache ein Bogenlampenausleger aufgesteckt, an dem zwei 10 Amp.-Bogenlampen von 16 Brennstunden aufgehängt werden. Diese beleuchten die Tunneldecke durch die unter den Lampen angeordneten weifsen Emaille-Schirme. Zur Beleuchtung der Tunnelwände und des Gleises dient ein Scheinwerfer von 20 Amp. Der Scheinwerfer steht auf einem fahrbaren Untergestelle und kann auf einer Fahrbahn aus dem Wageninnern auf eine Wagenendbühne gebracht werden. Der um eine lotrechte Achse drehbare Scheinwerfer kann aufserdem noch um je 50^0 um eine wagerechte Achse nach oben und unten gedreht werden; er ist mit Klarglas- und Mattglasscheiben ausgerüstet. Um den Wagen auch für den Aufsenbetrieb auf freier Strecke verwenden zu können, werden auf dem Wagendache fünf Bogenlampenmaste von je 7 m Länge nebst Halteseilen und Ankerpfählen mitgeführt. Demgemäfs sind noch weitere drei Bogenlampen der oben genannten Art im Wagen vorrätig. Die Stromzuführung zu den Lampen erfolgt durch Gummiaderkabel von 5 qmm Ader-Querschnitt. Die in fünf Rollen aufgewickelten Kabel haben Längen von 40, 90, 140 196 und 240 m. Mit diesen fünf Längen kann eine Arbeitsstrecke von 250 m Länge beleuchtet werden. B—ff.

Straufssche Eisenbetonbrücke für die elektrische Bahn Elgin-Belvidere.

(Railroad Gazette 1906, September, Band XLI, S. 220. Mit Abb.; Engineer 1906, Nov., S. 442. Mit Abb.)

Eine Eisenbetonbrücke nach der neuen Bauart von J. B. Straufs in Chicago ist vor kurzem in der Nähe von Belvidere, Illinois, erbaut worden. Sie ist ein eingleisiges Bauwerk der elektrischen Bahn Elgin-Belvidere und überbrückt den Kishwaukee-Flufs ungefähr 40 km östlich von Belvidere.

Die Brücke hat vier Bogen von je 24,7 m Lichtweite, die Pfeiler haben einen Mittenabstand von 26,67 m, die ganze Länge der Brücke beträgt 106,68 m. Jeder Bogen hat eine kreisbogenförmige Laibung von 25,4 m Halbmesser und 3,2 m Pfeilhöhe. Das Niedrigwasser liegt ungefähr 0,9 m unter der Kämpferlinie, das Hochwasser 1,5 m unter dem Scheitel der Gewölbelaibung.

Jede Öffnung hat zwei Bogenrippen mit einem Mittenabstande von 2,7 m; die Rippen haben unveränderliche Breite von 0,76 m, aber eine veränderliche Höhe von 0,91 m im Scheitel bis 1,38 m am Kämpfer. Jede Bogenrippe trägt in ihrer Breitenmitte eine bis zur Wagerechten durch den Scheitel des Gewölberückens aufgebaute, 0,31 m starke Übermauerungswand. Zur Querversteifung sind die Bogenrippen in jeder Öffnung durch acht 0,53 m starke, in gleichen Abständen angeordnete Querbalken miteinander verbunden, und auf diesen Querbalken sind 0,31 m starke Querwände aufgebaut, deren Oberkante mit der der Übermauerung der Bogen bündig liegt, so dafs die Fahrbahnplatten auf diesen Rost gelegt werden konnten. Diese sind 4,27 m breit, 0,15 m stark und haben an den Seiten 0,20 m hohe Ränder zur Begrenzung des Fahrstrafsenschotters. In der Fahrbahntafel sind Entwässerungslöcher angebracht. Über jedem Pfeiler ist zur Unterstützung der Masten der elektrischen Bahn ein 76 mm gegen den vorstehenden Rand der Fahrbahntafel zurücktretender Wandpfeiler errichtet.

Die Brücke wurde ohne Arbeits- und Lehr-Gerüst gebaut. Zu diesem Zwecke wurden für jeden Bogenring 17 trogförmige Eisenbeton-Formstücke von je 1,52 m Bodenlänge, 76 mm Stärke der Seitenwände und 102 mm Dicke des Bodens hergestellt. Die Verstärkungseisen jedes Formstückes bestanden aus Rundeisenstangen von 10 mm Durchmesser, welche in der Richtung des Bogens in 0,20 m, in der andern Richtung in 0,31 m Mittenabstand verlegt waren. Das Gewicht dieser Formstücke betrug 700 bis 1000 kg. Ähnliche Formstücke wurden auch für die Querbalken hergestellt. Es waren 136 Rippen- und 32 Querbalken-Formstücke herzustellen. Da jeder Bogen zur Mitte symmetrisch war, waren nur neun verschiedene Arten von Formstücken für die Rippen und eine für die Querbalken erforderlich. Die Formstücke wurden in Eisenformen gegossen. Diese waren aus Blechen zusammengesetzt, welche durch [-Eisen verstärkt und durch Winkeleisen zusammengehalten wurden. Die Eisenformen für die Rippenformstücke waren einander gleich, die verschiedenen Höhen wurden dadurch erreicht, dafs lose Holzstreifen in der richtigen Lage zwischen die inneren und äufseren Seitenwände der Eisenform eingesetzt wurden. Die Formstücke wurden stehend gegossen, so dafs sich die eine Endfläche des Formstückes auf der die Eisenform tragenden Arbeitsbühne befand, während die andere mit dem obern Ende der Eisenform bündig war.

Während der Herstellung der Formstücke wurde eine leichte Hülfsbrücke gebaut, indem auf jeder Seite der Brücke eine Reihe von Pfählen eingerammt wurde, welche oben mit Querzangen von 5 × 25 cm versehen wurden und aus 2,5 cm starken Bohlen gebildete Längs- und Querverbände erhielten. Auf die Pfähle wurden Längsbalken von 15 × 25 cm und unmittelbar auf diese leichte Schienen gelegt. Auf dieser Hülfsbrücke wurde ein leichter Laufkran errichtet und mit zwei dreifachen Flaschenzügen ausgerüstet, von denen jeder mit einem aus zwei 203 mm hohen [-Eisen gebildeten Träger versehen war. Die Formstücke wurden zunächst mittels eines Ladekranes auf eine auf der Hülfsbrücke errichtete Arbeitsbühne gebracht und dann mit einem Hebegestelle zu Paaren zusammengefügt. Das Hebegestell bestand aus vier Querhölzern von 10 × 15 cm, von denen in der Nähe jedes Endes zwei, eins unten und eins oben, angebracht waren. Die Querhölzer wurden mit den Formstücken mittels langer Bolzen verbunden, welche durch Löcher im Boden der Formstücke hindurchgingen, und die oberen wurden, den Haken der Laufkranträger entsprechend, an den in der Mitte der Formstücke liegenden Stellen mit U-förmigen Bolzen versehen. Die beiden Rippen wurden auf ihrer ganzen Länge gleichzeitig hergestellt, und wo die Rippenformen mit Querbalkenformen zusammentrafen, wurden sie alle gleichzeitig verlegt.

Um die Formstücke vorläufig bis zum Schlusse des Bogens in ihrer Lage festzuhalten, wurden zwei zweibeinige Gerüstböcke errichtet. Einer von ihnen wurde auf den Brückenkopf gestellt und rückwärts mit den Pfählen der Zufahrts-Gerüstbrücke verankert, der andere wurde auf den ersten Pfeiler gestellt und rückwärts mit dem zweiten Pfeiler verankert. Die Anker bestanden für jeden Gerüstbock aus zwei 35 mm dicken Rundeisenstangen, welche in Längen von 4,88 m durch Schraubenmuffen verbunden waren. Zum Ausrichten waren aufserdem Schraubenschlösser vorhanden. Von der Spitze dieser Gerüstböcke gingen strahlenförmig acht Rundeisenstangen von 29 mm Durchmesser aus, von denen jede mit einem Schraubenschlosse versehen war und in zwei kürzere Stangen von 25 mm Durchmesser endigte. Diese gingen nach den Rippen, wo sie mit einem der U-förmigen Bolzen auf dem die zusammengefügten Formstücke tragenden Hebegestelle verbunden wurden. Aufser dem Hebegestelle wurden zur Verbindung der Rippen an jedem Formstückpaare zwei leichte Holzrahmen verwendet, und während die Hebegestelle gleich nach dem Versetzen aller Formstücke einer Öffnung entfernt wurden, blieben die Verbindungsrahmen liegen, bis der Beton in die Rippen eingebracht war.

Die Errichtung wurde gleichzeitig von jedem Kämpfer aus begonnen, indem das erste Formstück mit dem einen Ende auf das Widerlager gesetzt und am andern Ende mit dem ersten Stangenpaare des Gerüstbockes verbunden wurde. Dann wurde das zweite Formstück mit dem einen Ende auf das erste Formstück gesetzt und am andern Ende mit dem zweiten Stangenpaare des Gerüstbockes verbunden und so fort. Zur Verbindung der Formstücke dienten eiserne Dübel. Diese steckten in Gasröhren, welche in die Bodenecken der Formstücke eingelegt wurden. An einigen Stellen wurden zu diesem Zwecke auch Holzblöcke verwendet, welche in die Innenseite der Formstücke eingesetzt wurden. Der Schlufsstein wurde auf die beiden angrenzenden Formstücke gelegt, dann wurden die Stangen der Gerüstböcke gelöst, die Gerüstböcke mit ihren Ankern und Stangen beseitigt und zur Errichtung des nächsten Bogens verwendet. Die Hängestangen waren so ausgerichtet, dafs die Fugen zwischen den Formstücken oben ein wenig offen blieben.

Um das genaue Passen des Schlufssteines zu sichern, wurden die Widerlagsflächen der Pfeiler vor der Errichtung so hergerichtet, dafs der Winkel zwischen der Widerlagsfläche und der durch die Kämpferlinie gelegten wagerechten Ebene etwas kleiner wurde als der berechnete. Ferner wurde die untere Kante des ersten Formstückes abgerundet, damit sie den nahe an die Kante kommenden Druck aushalten konnte. In die Fuge wurde eine 3 mm starke Bleiplatte gelegt. Mittels der Schraubenschlösser der Ankerstangen konnte die ganze Bogenhälfte gehoben oder gesenkt werden, wobei sie sich um eine in der Nähe der untern Kante des ersten Formstückes liegende wagerechte Achse drehte. Hierdurch war die Öffnung für den Schlufsstein ausrichtbar.

Als die vier Bogen fertiggestellt waren, wurden die Rippen zusammen mit den Querbalken mit Eisenbeton ausgefüllt. Der Beton in den Bogenringen und den Querbalken wurde mittels rechteckiger Öffnungen, die in den inneren Wänden der Formstücke durch Holzblöcke ausgespart waren, zusammengefügt. Nachdem so der Bogen vervollständigt worden war, wurden die Übermauerungswände, die Querwände und die Fahrbahn mittels gewöhnlicher Holzformen hergestellt. B—s.

Bahn-Oberbau.

Prentice's Schienenklemme.

(Railroad Gazette 1906, August. S. 147. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 10 auf Tafel VI.

Wie die Zeichnung Abb. 10, Taf. VI zeigt, wird die Schiene durch die Anbringung der Vorrichtung nicht geschwächt. Die Befestigung der Schwelle erfolgt auf der Innenseite der Schiene. Der Teil a der Klemme zeigt deshalb zwei Formen, deren eine für die linke, deren andere für die rechte Schiene Verwendung findet. Der Arm B wird in der Richtung des Pfeiles x so lange bewegt, bis die Schiene sicher gefafst ist.

Auf der Lake-Shore und Michigan Südbahn werden mit dieser Gleisklemme ausgedehnte Versuche angestellt, auch bei elektrischen Stellwerksanlagen, deren Weichen unverrückbar sein müssen, um Störungen in den elektrischen Leitungen zu vermeiden. —k.

Oberbau der Londoner Untergrund-Röhrenbahnen.

(Railroad Gazette 1906, April, Band XL, S 118. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Taf. VI.

Die Abb. 1 bis 5 auf Taf. VI zeigen den auf der Bahn Baker Street-Waterloo bereits verlegten Oberbau, welcher allgemein für Röhrenbahnen entworfen ist.

Die Schienen sind 10,668 m lang und wiegen 44,65 kg/m. Bei dieser Länge können die Schienen noch im Flufsschachte lotrecht herabgelassen und für die Tunnel in wagerechte Lage gebracht werden.

Die Schwellen sind 35,6 cm breit und in 1,016 m Mittenabstand verlegt, so dafs in jedem zweiten Röhrenabschnitte eine Schwelle liegt. An den Schienenstöfsen sind jedoch in zwei aneinander stofsenden Abschnitten Schwellen von 25,4 cm Breite verlegt. Die Schwellen sind von australischem Karri-Holze.

Zur Vermeidung von Geräusch und Erschütterungen ist eine ganz neue Unterlage für die Schwellen angewendet. Diese besteht aus einer starren Unterlage von Zement-Sand-Mörtel und von Beton für den mittlern Teil der Schwellen zwischen den Stühlen, ferner aus einer verhältnismäfsig elastischen Steinschlagbettung unter den Fahrschienen. Der Zement-Sand-Mörtel reicht fast bis zur Innenkante der Schienenstühle, wo er durch ein Winkeleisen begrenzt ist. B—s.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Blockwerke und Weichenverschlüsse.

Von Dr. A. Tobler, Professor am Polytechnikum in Zürich.
(Schweizerische Bauzeitung 1906, April, S. 191 und 208. Mit Abb.)

I. Der elektrische Block der Wiener Stadtbahn.

Zum Betriebe der Wiener Stadtbahn dient die »vierfelderige« Blockeinrichtung von Siemens und Halske. Die Blockungen haben eine von der preufsischen Blockeinrichtung abweichende Form der Mitwirkung der Züge für die Freigabe der rückliegenden Strecke. Während die Druckknopfsperre bei der preufsischen Einrichtung erst von der letzten Achse mittels Schienenstromschliefsers und stromdicht ausgelaschter Schiene ausgelöst wird, werden hier keine Schienenstromschliefser verwendet, sondern die stromdicht ausgelaschte Schiene veranlafst unmittelbar die Freigabe der Druckknopfsperre, eine Anordnung, welche die Zuhülfenahme eines Übertragers nötig macht. Sobald die erste Achse die stromdicht ausgelaschte Schiene erreicht, wird ein Stromkreis durch den Anker des Übertragers geschlossen und die Druckknopfsperre ausgelöst. Gleichzeitig unterbricht jedoch dieser Anker den Induktoranschlufs des Blockfeldes, sodafs man nach Ankunft der ersten Achse zwar dessen Taste drücken kann, aber keinen Induktorstrom erhält, bis die letzte Achse die stromdicht ausgelaschte Schiene verlassen hat und somit der Übertrager stromlos geworden ist.

Bei freier Blockstrecke sind die zugehörigen Ausfahrfelder der beiden angrenzenden Blockabschnitte weifs und die zugehörigen Vormeldefelder rot; befindet sich ein Zug auf der Strecke, so ist das zugehörige Ausfahrfeld des rückliegenden Blockes rot und das zugehörige Vormeldefeld des vorliegenden Blockes weifs. Die Farbenanordnung des Vormeldefeldes steht also im Gegensatze zu der preufsischen Art, bei welcher der Grundsatz besteht, dafs, wenn eine Blockstrecke frei ist, die zugehörigen Felder der beiden angrenzenden Blockabschnitte weifs sind, dafs aber, wenn ein Zug sich auf der Strecke befindet, das zugehörige Ausfahrfeld des rückliegenden und das zugehörige Vormeldefeld des vorliegenden Blockes rot sein müssen.

Der Stand der Druckknopfsperre wird durch ein Sperrfeld angezeigt, welches gewöhnlich schwarz und bei ausgelöster Sperre weifs ist. Ferner wird die Lage des Übertragerankers durch ein rundes Fenster im Schutzkasten des Übertragers angezeigt, welches gewöhnlich weifs und bei angezogenem Anker rot ist.

II. Weichen- und Signalverschlufs mit zwangläufiger Steuerung der Bauart »Südbahnwerk«.

In neuester Zeit sind von dem »Südbahnwerke für Stellwerks-, Signal- und Schranken-Bau« in Wien die Siemens-Halskeschen Blockwerke in eigenartiger Weise abgeändert worden. Hierbei kommt eine ganz eigenartige Schaltung, »zwangläufige Steuerung« genannt, zur Anwendung. Das Wesen der zwangläufigen Steuerung besteht darin, dafs der Strom, welcher die Spulen des einen Blockwerkes durchläuft, vom Rechen oder Anker dieses oder des andern Blockwerkes gesteuert wird.

Das Südbahnwerk verwendet die zwangläufige Steuerung bei der Einrichtung eines Sperrfeldes, welches seiner Natur nach dieselbe Aufgabe erfüllt, wie das Sperrfeld des Blockes der Wiener Stadtbahn. Das Sperrfeld steht mit einem unmittelbar daneben angeordneten Signalblocke durch eine Doppeldruckstange in Verbindung. Die Sperre wird mittels eines Schienenstromschliefsers ausgelöst.

Die zwangläufige Steuerung findet ferner Anwendung bei Fahrstrafsenverschlüssen in Stellwerken. Sowohl beim Herstellen, als auch beim Auflösen des Fahrstrafsenverschlusses steuert der Rechen des Blockwerkes im Bahnhofsdienstraume den Elektromagneten des Blockwerkes im Stellwerke, und der Rechen des Blockwerkes im Stellwerke den Elektromagneten des Blockwerkes im Bahnhofsdienstraume.

Die Quelle teilt die Einzelheiten der Schaltung mit.

B—s.

Neuer Verschiebebahnhof der Peoria und Pekin Union-Bahn.

(Railroad Gazette 1906, Juni, Band XL, S. 546.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 17 und 18 auf Taf. V.

Die Peoria und Pekin Union-Eisenbahngesellschaft besitzt eine Bahnstrecke innerhalb und zwischen den Städten Peoria und Pekin, Illinois. An dieser Strecke ist ein neuer Verschiebebahnhof vorgesehen, welcher in Abb. 17 und 18 auf Taf. V dargestellt ist.

Der nördliche vom Abroll- oder Eselsrücken-Gleise liegende Teil des Bahnhofes enthält sechs Einfahrgleise für je 50 Wagen und sechs Ausfahrgleise für je 60 Wagen.

Der südlich vom Eselsrücken-Gleise liegende Teil des Bahnhofes enthält sieben Einfahrgleise für je 40 bis 60 Wagen und sieben Ausfahrgleise für je 50 Wagen.

Unmittelbar westlich von den Ein- und Ausfahrgleisen befinden sich 22 Ordnungsgleise für je 500 Wagen; sie sind durch zwei Weichenstrafsen mit dem Eselsrücken verbunden. Eine selbsttätige Gleiswage von 152,4 t Tragfähigkeit ist zweckmäfsig im Aufsengleise der Ordnungsgleise angeordnet. Die Wagen, welche gewogen werden sollen, gehen über die Wage, welche in einer Neigung von 1 : 100 liegt, und werden nachher auf das Verteilungsgleis zurückgezogen und über den Eselsrücken auf das betreffende Ordnungsgleis gesandt. Die beschädigten Wagen werden nach der Nordseite der Ordnungsgleise geleitet und in eines der 11 Ausbesserungsgleise geschoben. Diese liegen unmittelbar westlich von den Ordnungsgleisen und können zusammen 200 Wagen aufnehmen.

Die Gleise haben im allgemeinen 3,96 ^{m} Mittenabstand, die Weichenstrafsen 4,75 ^{m}. Die Ausbesserungsgleise sind zu zweien mit 4,88 ^{m} Mittenabstand angeordnet; die Gleispaare sind 12,80 ^{m} von Mitte zu Mitte entfernt, und zwischen jedem Gleispaare ist ein Hülfsgleis angeordnet.

Die Entwässerung wird durch zwei lange Durchlässe bewirkt, deren Decken aus Betonklappen zwischen I-Trägern bestehen. Lage und Anordnung des Eselsrückens sind so gewählt, dafs er je nach dem Wetter gehoben oder gesenkt werden kann.

B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Ein fahrbarer Wagenkipper.

(Elektrische Bahnen und Betriebe, Zeitschrift für Verkehrs- und Transportwesen 1906, Heft 18, Juni, S. 343. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 u. 13 auf Tafel VI.

Die in Verwendung stehenden Wagenkipper beruhen ihrer Mehrzahl nach darauf, dafs die Eisenbahnwagen auf eine aufklappbare Bühne gefahren werden, die entweder um einen in ihrer Mittelachse oder an ihrem Ende liegenden Drehpunkt bewegt wird. Der Wagen gelangt dadurch in schräge Lage, so dafs der Inhalt durch die geöffnete Stirnwand gleiten kann. Diese Kippvorrichtungen haben den Nachteil, dafs sie an den Ort gebunden sind, verhältnismäfsig grofse Untermauerungen, tiefe Gruben und Stützungen erfordern, daher teuer sind. J. Pohlig in Köln-Zollstock hat einen fahrbaren Wagenkipper gebaut, bei dem das Neigen ganz anders erfolgt. Der Kipper besteht aus einer einfachen, ziemlich stark gekrümmten Fahrbahn, auf der die Wagen heraufgezogen und bis auf 45° geneigt zur Entladung gebracht werden.

Abb. 12 u. 13, Tafel VI gibt eine Seiten- und Stirnsicht dieses Kippers mit elektrischem Antriebe, der seit einiger Zeit im Gaswerke im Haag in Betrieb steht. Die gekrümmte Bahn bildet einen Teil des Gestelles, in dem das Windwerk zum Heben der Wagen angebracht ist. In dieser Bahn ist ein kleines Wagengestell fahrbar, auf das die vorderen Räder des Eisenbahnwagens gefahren werden, so dafs sie sich beim Hochziehen des Wagens nicht mehr drehen und ihre Achse durch Haken festgehalten werden kann. Der volle Wagen wird durch ein mit dem Windwerke verbundenes Spill herangezogen, bis seine vorderen Räder auf dem kleinen Wagengestelle des Kippers stehen. Hierauf wird die Stirnklappe geöffnet, und durch Anziehen der Hubkette drücken sich nun zwei Haken zum Festhalten des Wagens in die Höhe, sodafs sie hinter die Achse des Wagens fassen. Bei weiterem Anziehen der Kette wird das kleine Wagengestell mit dem Eisenbahnwagen in die Höhe gezogen und der Wagen entladet sich hierbei vollständig. Durch Nachlassen der Kette wird der Wagen zunächst soweit heruntergelassen, bis das kleine Wagengestell den äufsersten Punkt seiner Bahn erreicht hat. Bei weiterem Lockern der Kette fallen die Haken, die um die Achse des Eisenbahnwagens greifen, herunter, und der Wagen läuft aus der noch etwas schrägen Lage von selbst mit einiger Geschwindigkeit ab, sodafs man ihn auf ein anderes Gleis überführen kann. W—s.

Buchwald's Rollböcke*) ohne Feststellvorrichtung für die zu verladenden Wagen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 12 auf Tafel V.

Die Tragfähigkeit der in Abb. 1 bis 12, Taf. V dargestellten Rollböcke beträgt je 14,5 t, entsprechend den neuen zweiachsigen 20 t Staatsbahngüterwagen. Gleiskrümmungen bis 15 ^{m} bei entsprechender Bauart mit verkürztem Achsstande auch bis 12 ^{m} Halbmesser können anstandslos befahren werden. Bei der Eintauchungstiefe der Hauptbahnräder in das Querhaupt von 160 ^{mm} ist die Abnahme von Bremsgestängen bei den Güterwagen nicht erforderlich.

Die Schuhe der Drehschemel sind aus Gufseisen.

Abb. 1, Taf. V stellt zwei verschiedene Anordnungen für 1 ^{m} Spur dar und zwar Form I für 250 ^{mm}, Form II für 200 ^{mm} Hubhöhe. Das Eigengewicht eines Fahrzeuges ohne Bremse beträgt bei beiden rund 1000 kg.

Die Form II wird auch zum Befahren von Bogen mit 12 ^{m} Halbmesser statt mit 1250 ^{mm} Achstand mit 1000 ^{mm} Achsstand ausgeführt. Das Eigengewicht beträgt dann 980 kg.

Der ganz ähnliche Rollbock für 75 cm Spur hat 1200 ^{mm} Achsstand, 180 ^{mm} Hubhöhe und 920 Eigengewicht.

Zur Vermeidung schwerer Haupt-Querträger trotz der Beibehaltung des zwischen den Rädern liegenden Hauptrahmens hat der Rollbock für 75 cm Spur eine durch Querträger an den Hauptrahmen gehängte besondere Stützung der Hauptquerträger für die beiden Querhäupter grade über den Fahrschienen erhalten. Da diese ganz zwischen den Rädern liegt, kann sie beliebig tief auf die Schienen herabreichen.

Der Rollbock Abb. 2, Taf. V für 60 cm Spur ist als ein Vorschlag zu betrachten, da man bisher nicht gewagt hat, Rollböcke für diese Spur im regelmäfsigen Betriebe zu verwenden. Da die heute auf der 75 cm Spur laufenden Rollböcke eine geringste Hubhöhe von 380 ^{mm} aufweisen, so dürfte bei gleicher Standsicherheit bei der 60 cm Spur nur eine solche von etwa 60 bis 70 ^{mm} angewendet werden. Da aus Sicherheitsgründen über den Schienen 50 ^{mm} Lichtraum freigehalten werden mufs, so ergibt sich eine kleinste Hubhöhe von 80 ^{mm}. Die Bremsgestänge der Hauptbahnwagen müssen bei der grofsen Tiefe der Eintauchung in die Querhäupter von 220 ^{mm} je nach ihrer Anordnung unter Umständen teilweise abgenommen werden. Das Eigengewicht eines solchen Rollbockes beträgt 970 kg. Die Hauptrahmen liegen bei dieser geringen Spur aufserhalb der Räder.

Abb. 3 und 4, Taf. V stellen die Verladerampe oder Rollbockgrube dar, die in Mauerwerk oder auch ganz in Eisen hergestellt werden kann. Die Verladung erfolgt in der Mitte der ablaufenden Rampe des Hauptbahngleises, wo sich die Rollböcke bereits auf wagerechter Bahn befinden. Die in Abb. 5, Taf. V dargestellte Kuppelstange dient beispielsweise zur Verbindung zwischen Rollbock und Lokomotive; eine etwa 3 ^{m} lange ist erforderlich für die Verbindung zweier beladener Rollbocksätze oder zweier Rollböcke zu einem Langholzwagen (Abb. 8, Taf. V).

Kuppeleisen (Abb. 6, Taf. V) sind für Haupt-Drehgestelle von 1,80 und 2 ^{m} Achsstand in zwei Längen erforderlich. Die Sicherheitskette (Abb. 7, Taf. V) verbindet zwei unter einem Hauptbahnwagen befindliche Rollböcke; sie wird lose eingehängt und gestattet, in zwei Mustern mit verschiedenen Endausbildungen vorrätig, Mafsabstufungen von 50 zu 50 ^{mm}. Bei langsamem Einzelbetriebe mit Pferden oder Lokomotiven kann diese Kettenverbindung auch entbehrt werden..

In den Abb. 8 bis 11, Taf. V ist die Verwendung der Rollböcke für Langholz- und bordlose Bühnen-Wagen

*) D. R. G. M. 215985.

dargestellt. Die Langholzschemel können mit der Hand aufgesetzt werden, während für die Bühne die in jedem Wagenschuppen vorhandenen Hebeböcke in Anwendung kommen. Alle Aufsätze sind gefedert und bedürfen zur Befestigung auf einem Rollbocke nur der Einziehung von vier Schraubenbolzen.

Abb. 12, Taf. V gibt ein Beispiel der Ausrüstung des Rollbockes für schnell fahrende Züge oder steile Gefällstrecken. Neben der durchgehenden Bremse und dem federnden Zughaken ist zur weitern Sicherheit noch eine Steifkuppelung zwischen den beiden Rollböcken eines Satzes vorgesehen. Diese Kuppelstange besitzt eine Veränderlichkeit ihrer Länge von 500 mm. Für ein Rollbockpaar werden also mehrere Steifkuppelungen, je eine von 3 bis 3,50 m und von 3,50 bis 4 m erforderlich. Unter 3 m und über 4 m hinaus gibt es keine grofsen Verschiedenheiten in den Achsständen der Güterwagen mehr, hierfür können besser einige billige feste Kuppelstangen zur Anwendung kommen. Dafs der Angriffspunkt der Verbindungstange der baulichen Anordnung wegen nicht mit dem Drehzapfen zusammenfällt, ist praktisch nebensächlich, da die ganze Verkürzung in den üblichen Bogen nur wenige Millimeter beträgt, in den Spielräumen der Kuppelstangenaugen und sonstigen Teile also reichlich ausgeglichen wird. Das Bremsgestänge ist nachstellbar und aufserordentlich einfach; die Bremse wirkt bei hoher Übersetzung sehr kräftig.

Die Vorteile der Bauart der Rollböcke sind die folgenden:

geringe Hubhöhe von höchstens 250 mm;

einfache Bedienung; aufser dem Anhängen der Rollböcke an den Hauptbahnwagen mittels einer gewöhnlichen Kette sind keine Handgriffe bei der Verladung erforderlich;

Verwendbarkeit als Spezialwagen für Sonderzwecke, als Langholz- und bordlose Bühnen-Wagen.

Die Rollböcke können mit denen älterer Bauart zusammen verwendet werden; die an der etwa vorhandenen Verladegrube erforderlichen Änderungen sind leicht und billig auszuführen, meist genügt eine geringe Verlängerung oder eine am Auslaufe der Grube vorzunehmende Senkung des obern Hauptbahnstranges, oder eine entsprechende Hebung des untern Schmalspurgleises. Die Rollböcke selbst sind nicht teurer als Einzelrollböcke anderer Bauart.

Lokomotivbesetzungen.

(Bulletin du congrès international des chemins de fer, 20. Jahrgang, Juli 1906, S. 707 u. ff.)

Der erste von drei die Lokomotivbesetzung betreffenden Berichten enthält die Erfahrungen, welche in 26 Jahren in 11 Ländern, davon 9 europäischen mit zusammen 101 081 km Gleislänge gemacht worden sind. Von den 21 900 Lokomotiven dieser Eisenbahn-Gesellschaften standen 17 500 in regelmäfsigem Dienste. Von diesen hatten etwa 79 % einfache Besetzung. Für Schnell- und Eilzug-Dienst ist diese Art zu empfehlen, weil die Lokomotiven sorgfältige Wartung und genaue Kenntnis der Einzelheiten erfordern. Das Streben nach besserer Ausnutzung hat indes zu folgenden weiteren Arten der Lokomotivbesetzung geführt:

1) Doppelbesetzung,
2) Mehrfache Besetzung,
3) Besetzung mit drei Mann,
4) Hülfsbesetzung,
5) Amerikanische Besetzung.

1) Die Doppelbesetzung ist nächst der einfachen die häufigste, im Verschiebedienste sogar übliche. Auch für den Vorortverkehr wird sie gern angewandt. Schliefslich hat man sie auch auf grofsen Strecken, soweit es der Fahrplan zuliefs, derart eingeführt, dafs der Wechsel der Mannschaft gleich ist der doppelten Zahl der Umlauftage der Lokomotive.

Soll die Doppelbesetzung vorteilhaft sein, so darf die gesteigerte Lokomotivleistung keine Schädigung der Leistungsfähigkeit und Berufsfreudigkeit der Mannschaft mit sich bringen. Ein Mehrverbrauch an Heizstoff wird dadurch wieder ausgeglichen, dafs die Lokomotiven weniger häufig angeheizt und nicht so lange unbenutzt unter Feuer zu stehen brauchen, wie bei einfacher Besetzung. Eine hierdurch erzielte Ersparnis wird indes nach Ansicht der meisten Bahnverwaltungen durch einen Mehrverbrauch an Schmierstoff verringert, stellenweise sogar aufgehoben. Die Unterhaltungskosten sind nach überwiegender Ansicht höher, als bei einfacher Besetzung. Alle Schwierigkeiten haben meist ihre Ursache in der Abneigung der Mannschaften, die Lokomotive mit einer andern zu teilen.

2) Bei der mehrfachen Besetzung wird für eine bestimmte Anzahl von Lokomotiven ein Mehrfaches davon an Mannschaften gestellt, sodafs die doppelte und dreifache Besetzung nur Sonderfälle hiervon sind. Letztere ist besonders dann üblich, wenn im Verschiebedienste die Doppelbesetzung nicht mehr ausreicht. Jede Mannschaft hat dann acht Stunden Dienst. Wegen des erhöhten Heizstoffverbrauches und gröfserer Unterhaltungskosten ist die Mehrfachbesetzung aufserhalb des Verschiebedienstes unwirtschaftlich.

3) Die Besetzung mit drei Mann erfolgt mit einem Führer, einem Hülfsführer und einem Heizer, deren Dienst in folgende drei Abschnitte zerfällt:

a) Führer und Heizer,
b) Hülfsführer und Heizer,
c) Führer und Hülfsführer.

Hierdurch lassen sich unter günstigen Verhältnissen mit drei Mann dieselben Vorteile erzielen, wie bei Doppelbesetzung mit vier Mann. Sie ist für Nebenbahnen und nicht zu starken Verschiebedienst geeignet.

4) Bei Hülfsbesetzung wird die Lokomotive bestimmter Züge, deren Mannschaft Ruhe hat, durch eine Hülfsmannschaft gefahren. Einige Gesellschaften machen hiervon für den Güterzugdienst ausgiebigen Gebrauch, indem sie zwischen mehrere einfache und doppelte Besetzungen Hülfsbesetzungen einschalten. Hierdurch läfst sich eine weitgehende Ausnutzung der Lokomotiven erzielen. Die Sparsamkeit hängt jedoch wesentlich davon ab, wieviel Mannschaften für eine Lokomotive verwendet werden.

5) Bei der amerikanischen Besetzung erhält keine Mannschaft eine bestimmte Lokomotive, sondern diese wird den augenblicklichen Verhältnissen entsprechend zugeteilt. Von allen befragten Bahngesellschaften hat nur die Gotthardbahn diese Besetzungsart eingeführt. Hier sind vom Beginne der Einführung im Jahre 1886 bis zur vollständigen Durchführung im



Jahre 1889 an Mehrausgaben entstanden: für Heizstoff 5,5 %, Schmiermittel 42 %, Unterhalt 11,6 %. Diese Zahlen geben indes kein ganz zuverlässiges Bild, weil darin auch die Einflüsse der inzwischen gesteigerten Geschwindigkeit und der erhöhten Zug- und Lokomotiv-Gewichte enthalten sind.

Die übrigen Gesellschaften haben sich wenig befriedigend über diese Art der Besetzung geäufsert, und greifen nur bei Lokomotivmangel darauf zurück. Auch sie wollen erhöhte Kosten festgestellt haben.

Eine vom zweiten Berichterstatter veranstaltete Rundfrage hatte im Wesentlichen dasselbe Ergebnis. Etwa die Hälfte aller befragten Bahngesellschaften hatte einfache Besetzung. Demnächst war die Doppelte die häufigste, und die übrigen wurden weit weniger oder nur in Ausnahmefällen angewendet.

Der dritte Berichterstatter hat diese Frage für die Vereinigten Staaten, Mexiko und Kanada untersucht und festgestellt, dafs die Eisenbahn-Gesellschaften in dicht bevölkerten Gegenden sich allgemein günstig über die amerikanische Besetzung äufserten, während sich fast alle Verwaltungen mit kleinem Bahnnetze und in schwach bevölkerter Gegend dagegen aussprachen.

Der Berichterstatter fafst sein Urteil über die amerikanische Besetzung dahin zusammen, dafs sie zwar zweifellos die Kosten erhöhe, aber den Lokomotivbestand und damit die Beschaffungskosten wesentlich verringere. Zu geordneter Handhabung dieser Besetzung sei Folgendes erforderlich:

1) Beamte müssen die Lokomotive nach ihrer Rückkehr auf ihren baulichen Zustand untersuchen und auf vollständige Berücksichtigung der vom Lokomotivführer erstatteten Mängelmeldung achten,
2) der Schuppen mufs ausreichende Vorrichtungen zum Reinigen der Lokomotiven in allen Teilen haben,
3) alle Lampen müssen in einen besondern Lampenraum gebracht werden,
4) das grobe Werkzeug mufs in einem verbleiten Werkzeugkasten aufbewahrt werden. Aufserdem erhält jeder Führer einen tragbaren Werkzeugkasten,
5) jeder Führer erhält mehrere Ölkannen, die er nach beendigter Fahrt im Öllager zum Reinigen und Füllen abgibt,
6) besondere Schränke für alle Mannschaften.

Aus alledem geht hervor, dafs sich keine allgemein gültigen Regeln für die Anwendung der amerikanischen Besetzung aufstellen lassen. Verkehrsverhältnisse, Lokomotivbestand und Werkstätteneinrichtungen müssen darüber entscheiden, in welchen Fällen sie anwendbar ist. Rgl.

Dampftriebwagen.

(Engineer, 20. Juli 1906, S. 64. Mit Abb.)

Die Quelle enthält die Beschreibung eines Dampftriebwagens, der auf zwei zweiachsigen Drehgestellen läuft, von denen das eine den hintern Teil des Wagens trägt. Auf dem andern ruht in einem Drehzapfen der vordere Teil des Wagens. Dieses Drehgestell ist ausfahrbar und mit einem gewöhnlichen Lokomotivkessel ausgerüstet. Angetrieben wird nur die vorderste Achse. Die auf den beiden Gestellen ruhenden Lasten sind einschliefslich der Gestellgewichte 25,2 t und 18,35 t. Pf.

Erfahrungen mit Verbund-Lokomotiven in Amerika.

(Engineer, 20. Juli 1906, S. 53.)

Der Aufsatz berichtet über vereinzelte Fälle, in denen die Verbundwirkung den Kohlenverbrauch vergröfsert haben soll. Die Eisenbahnen, die bisher die meisten Verbundlokomotiven im Betriebe hatten, haben weiter solche beschafft.

Der Überhitzer hat bisher fast nur in Kanada Eingang gefunden und zwar meist in Verbindung mit einfacher Dampfdehnung. Pf.

Vierzylindrige Schnellzug-Lokomotive der englischen Grofsen West-Bahn.

(Engineer, 17. August 1906, S. 178. Mit Abb.)

Die $^2/_5$ gekuppelte Lokomotive mit vorderm Drehgestell arbeitet mit vier Zylindern bei einfacher Dampfdehnung und wiegt ohne Tender betriebsfertig 74 t, der Tender 40 t. Der kurze Aufsatz gibt nur die Hauptabmessungen. Pf.

Triebwagen nach Heilmannscher Anordnung.

(Engineer, 24. August 1906, S 194.)

Versuche, die die ungarische Staatsbahn mit einem Triebwagen gemacht hat, auf dem eine Petroleum-Verbrennungsmaschine mittels elektrischer Umsetzung die Achsen antreibt, sollen bei dem niedrigen Preise von Petroleum in Ungarn so befriedigend ausgefallen sein, dafs 150 Wagen in Auftrag gegeben wurden. Pf.

Elektrische Zugförderung.

(Engineer, 24. August 1906, S. 198.)

Nach Ansicht des Verfassers können heute nur zwei Gründe für Anwendung elektrischen Betriebes auf Eisenbahnen in Frage kommen, nämlich Versuchszwecke und Zwang der Betriebsverhältnisse, beispielsweise auf Tunnelbahnen. In allen Fällen hält der Verfasser bis jetzt den elektrischen Betrieb noch für bedeutend teuerer, als Dampfbetrieb, wie als Beispiel die Londoner Metropolitan- und Distrikt-Eisenbahn zeigt. Pf.

Umbau der 5/6 Tenderlokomotive der englischen Grofsen Ostbahn.

(Engineer 20. April 1906, S. 392. Mit Abb.)

Als im Jahre 1900 infolge des zunehmenden Verkehres auf den Vorortstrecken Änderungen vorgenommen werden mufsten, wurde zunächst elektrischer Betrieb in Erwägung gezogen, von dem der hohen Kosten wegen jedoch abgesehen wurde. Dagegen sollten stärkere Dampf-Lokomotiven in Dienst gestellt werden. Eine dreizylindrige, $^5/_6$ gekuppelte Lokomotive wurde gebaut, deren Kessel 256 qm Heizfläche und 14 at Druck hatte. Die Zylinder hatten bei 610 mm Hub 470 mm Durchmesser. Diese Lokomotive entsprach vollständig den Anforderungen. Da jedoch der Bahnkörper, insbesondere die Brücken der hohen Achsdrücke wegen hätten verstärkt werden müssen, so konnte die

Lokomotive nicht in Dienst gestellt werden. Um sie benutzen zu können, wurde sie in eine $^4/_4$ Güterzug-Lokomotive umgebaut. Hierbei wurde der dritte Zylinder entfernt und ein Kessel von 159 qm Heizfläche und 12 at Druck eingebaut.

Ru.

Güterzuglokomotive der argentinischen Bahn.

(Engineer 11. Mai 1906, S. 466. Mit Abb.)

Die von Stephenson und Co. gebaute, $^5/_6$ gekuppelte Zwillings-Lokomotive hat folgende Abmessungen:

Zylinderdurchmesser d	=	495,3 mm
Kolbenhub h	=	710,8 »
Triebraddurchmesser D	=	1295,4 »
Heizfläche H	=	207,4 qm
Rostfläche R	=	3,33 qm
Dampfüberdruck p	=	12,7 at
Dienstgewicht L	=	80,77 t
Triebachslast L_1	=	72,6 t
Zugkraft Z	=	10100 kg.
Verhältnis $\frac{H}{R}$	=	62,2
» $\frac{H}{L}$	=	2,56 qm/t
» $\frac{Z}{H}$	=	49 kg/qm
» $\frac{Z}{L}$	=	125 kg/t
» $\frac{Z}{L_1}$	=	140 kg/t

Ru.

Elektrischer Antrieb.

(Elektrische Bahnen und Betriebe, Zeitschrift für Verkehrs- und Transportwesen, 4. Sept. 1906, S. 481. Mit Abb.)

Zur Verbindung der elektrischen Trieb- mit der Arbeits-Maschine kommt da, wo keine unmittelbare Kuppelung möglich ist, in steigendem Mafse Kettentrieb zur Anwendung. Ein Beispiel dafür bietet die von der Westinghouse Eisenbahnbremsengesellschaft in Hannover in den Handel gebrachte Morse-Schnellaufkette, die vollständig geräuschlos und ohne Schmierung arbeitet. Das Eigentümliche an der Kette ist der Kettenzapfen, der aus zwei Teilen besteht. Der mit Ausschnitten versehene eine Teil, der »Lagerzapfen«, bildet eine ebene Auflagefläche für den zweiten Teil, der »Rollzapfen«. Dieser rollt auf der ebenen Fläche des erstern, wenn das Gelenk auf ein Zahnrad aufläuft oder davon abläuft. Ein Gleiten, das Abnutzung der aus gehärtetem Werkzeugstahle hergestellten Gelenkzapfen und Verlängerung der Kette verursachen würde, findet nicht statt, sondern nur eine Rollbewegung zwischen den beiden Stahlflächen, die so bemessen sind, dafs sie dem Drucke dauernd wiederstehen können. Zur Vermeidung von Schwingungen der Kette bei hohen Laufgeschwindigkeiten sind die Rollzapfen so geformt, dafs sehr breite Lagerflächen mit dem Lagerzapfen in Berührung sind, wenn die Kette gerade gezogen wird. Der Druck auf die Gelenkzapfen im gespannten Teile der Kette wird von diesen breiten Auflageflächen aufgenommen, während keinerlei Druck auf die für die Rollbewegung bestimmten Teile kommt, aufser wenn die Gelenke auf die Räder auf- oder davon ablaufen.

Neben dem Vorteile der ununterbrochenen Auflagerung hat das Morse-Kettengelenk noch den weitern Vorzug, dafs es unter der Last rollende Bewegung ausführt, statt gleitender wie bei den Gelenken anderer Ketten. Es erfordert daher keinerlei Schmierung und die Laufgeschwindigkeit wird nicht durch das Abschleudern der Schmiermittel begrenzt. Auch Staub und Grus wirken weniger nachteilig auf die Morse-Kette, die daher im Freien und an allen Orten angewendet werden kann, wo Staub und andere Schleifmittel Triebketten mit gleitenden Gelenken schnell zerstören. Der Gang der Morse-Kette ist geräuschlos.

W—s.

Wagen zur Beförderung kranker Kinder.

(Revue générale des chemins de fer, 29. Jahrgang, Juli 1906. S. 35. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 16 auf Tafel V.

Von der Verwaltung des Kinder-Krankenhauses in Hendaye ist im Januar 1905 ein Eisenbahnwagen in Dienst gestellt, der eine leichte und gefahrlose Überführung kranker Kinder bezweckt.

Der zweiachsige Wagen hat 8,2 m Achsstand, ist 14,835 m lang, 2,95 m breit und wiegt 18 t.

Die Quelle enthält eine Beschreibung des Wagenuntergestelles und des Kastens. Aus Sicherheitsrücksichten und zum Schutze der Kranken befindet sich an jeder Langseite nur eine Tür.

Der Krankenraum liegt in der Mitte und bietet Aufnahme für 42 Kinder im Alter von 3 bis 15 Jahren. Er ist 10,915 m lang und hat einen Mittelgang, der beiderseits mit einer Glastür endet. Jede Langseite ist in sieben Abteile geteilt, deren jedes drei Betten, zwei unten und eins oben, enthält. Eine Trennungswand ohne Tür teilt den Mittelraum in acht Abteile für Knaben und sechs für Mädchen. Zur Raumersparnis haben die Betten den Lebensjahren der Kinder entsprechend drei verschiedene Gröfsen erhalten. Die beiden unteren Betten eines Abteiles liegen in Richtung der Wagenachse neben einander. Durch Zurückschieben der Auszüge lassen sie sich in zwei Sitzbänke mit Mittelgang verwandeln. Darüber befindet sich in 1,3 m Höhe das dritte Bett, welches bei Nichtbenutzung an die Wagenwand hochgeklappt wird. Unter diesem obern Bette liegt ein mit Schutzstange versehenes, herablafsbares Fenster. Der Fufsboden ist mit Linoleum belegt.

An diesen Mittelraum schliefst sich am einen Ende das Verwaltungszimmer und ein Heizraum mit Küche, am andern der Abort und Waschraum und ein Raum für drei Krankenpflegerinnen. Von letzterm aus läfst sich durch eine Scheibe der Krankenraum übersehen. Am Waschraume steht ein Schrank für Wäsche und Mundvorräte.

Der Wagen kann mit Warmwasser, Dampf und einer Mischung von Luft und Dampf geheizt werden. Die Quelle enthält Zeichnung und Beschreibung der Heizungsanlage. Die Heizröhren liegen an den beiden Langseiten und sind unab-

hängig von einander, um je nach der Aufsenwärme verschiedene Heizgrade erzielen zu können.

Die Beleuchtung erfolgt durch neun Lampen, von denen sich fünf im Krankenraume befinden. Rgl.

Haydens selbsttätiger Beschicker.

(Railroad Gazette 2. März 1906, S. 210. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 14 bis 16 auf Tafel VI.

Auf dem Tender fällt die Kohle durch einen Rost in die Gefäfse einer Förderkette und wird durch diese einer Förderschnecke zugeführt, die unter dem Dache des Führerhauses liegt und von einem am Tender angebrachten Gerüste getragen wird. Zum Antriebe der Kette und der Schnecke dient eine kleine Zwillingsmaschine von 101,6 mm Zylinderdurchmesser und Hub. Durch ein Schneckengetriebe wird die gewünschte Geschwindigkeit erreicht.

Von der Förderschnecke, die an den Bewegungen des Tenders teilnimmt, gelangt die Kohle in einen genügend breiten Schütttrichter, der an der Hinterwand der Lokomotive befestigt ist (Abb. 15, Tafel VI).

Den untern Abschlufs des Trichters bildet ein Drehschieber, der mit einer Aussparung versehen ist. Bei einer Drehung um 180° werden mittels dieser Aussparung etwa 5,5 kg Kohle aus dem Trichter auf ein im Feuerraum angeordnetes Blech gebracht, von dem der aus fünf Düsen autretende Dampf die Kohle auf dem Roste verteilt. Die Bewegung des Drehschiebers erfolgt durch zwei Dampfzylinder mittels Zahnstange und Zahnrad.

Eine gemeinsame Verteilungsvorrichtung steuert die Dampf-Zu- und Ableitung zu den Stellzylindern und die Dampfzuführung zu den Düsen. Diese Verteilungsvorrichtung wird durch eine kleine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt, deren Geschwindigkeit entsprechend der gewünschten Kohlenmenge eingestellt wird. Da der Drehschieber bis zu 14 Füllungen in der Minute abgeben kann, so ist es möglich, 4620 kg Kohle stündlich auf den Rost zu bringen.

Wenn auch wegen der zu kleinen Türlöcher keine Rauchverminderung und keine Kohlenersparnis erzielt wurde, so wurde doch durch den Beschicker der Dampfdruck gleichmäfsig gehalten und dem Heizer die Arbeit erleichtert. Genaue Messungen des Kohlenverbrauches sind nicht vorgenommen.*) Ru.

Die elektrische Beleuchtung der Bahnpostwagen.

(Archiv für Post und Telegraphie 1906, August, Nr. 15, S. 465. Mit Abb.)

Die elektrische Beleuchtung der Bahnpostwagen der deutschen Reichspostverwaltung erfolgt durch Speicher oder durch Antrieb eines Stromerzeugers von der Wagenachse aus, und zwar nach Bauart Stone**) und nach der Bauart der Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung. Mit reinem Speicherbetriebe sind 1564 Bahnpostwagen oder 85 % des ganzen Bestandes, und 289 Postabteile, sowie eine gröfsere Zahl Beiwagen versehen. Zum Laden sind 30 Ladestellen vorhanden. Da an die zu verwendenden Glühlampen wegen der tunlichst zu beschränkenden Zahl der mitzuführenden Speicherzellen die Anforderung geringen Stromverbrauches gestellt werden mufs, so kommen neuerdings Osmiumlampen zur Verwendung, die bis zu 1000 Stunden brennen können, ohne dafs dunkele Färbung der Glasbirne zu bemerken ist. Einzelne Lampen haben bis 2300 Stunden gebrannt, dabei ist ihr Licht andauernd gleichmäfsig.

Der Grundgedanke der versuchsweise in zwei Postwagen verwendeten Bauart der Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung ist derselbe, wie bei der Bauart Stone, sie weicht aber von dieser in folgenden Punkten ab:

1) Der Stromerzeuger wird durch zwei Spannfedern, die dem Riemenzuge entgegenwirken, in seiner Lage gehalten. Durch die eigenartige Bauart der Maschine wird erreicht, dafs diese stets Strom in derselben Richtung abgibt, und dafs die gröfsere oder geringere Fahrgeschwindigkeit des Zuges keinen Einflufs auf die Spannung des gelieferten Stromes ausübt.
2) Um den Strom auf gleicher Höhe zu erhalten sind vor jeder Glühlampe Eisendrahtwiderstände eingeschaltet.
3) Nur ein Speicher ist erforderlich.
4) Um zu verhindern, dafs sich der Speicher bei langsamer Fahrt und Stillstand in die Maschine entladet. wird eine Aluminiumzelle in den Stromkreis eingeschaltet. Derselbe Zweck kann auch durch Verwendung eines selbsttätigen Ein- und Ausschalters erreicht werden. —k.

*) Anmerk. der Schriftleitg. Für die Verwendung der Vorrichtung scheint nur kleinkörnige, nicht backende Kohle geeignet. Ein Heizer wird durch die wenig einfache und den Raum auf dem Führerstande beengende Einrichtung nicht gespart.

**) Organ 1899, S. 40.

Rauchhochtreiber für Lokomotiven.

(Railroard Gazette 1906, Juli, S. 2. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnung Abb. 11 auf Tafel VI.

Die neueren Lokomotiven mit hochliegendem Kessel und verhältnismäfsig niedrigem Schornsteine zeigen den Übelstand, dafs sich der Qualm vor den Fenstern des Führerhauses niederschlägt, und der Lokomotivmannschaft die Aussicht versperrt, Dieser Übelstand soll durch die in Abb. 11, Taf. VI dargestellte Einrichtung, Patent Cridland, vermieden werden. Die während der Fahrt bei a eintretende Luft tritt bei b aus und treibt Dampf und Qualm um so kräftiger in die Höhe, je höher die Fahrgeschwindigkeit ist. Die englische grofse Nordbahn, die mit dieser Einrichtung einen Versuch anstellte, ordnete über der Öffnung a eine 75 bis 100 mm vor der Rauchkammer vorspringende Kappe an, durch deren Einwirkung der Austritt eines ununterbrochenen Luftstromes bei b gesichert werden soll. —k.

Verbund-Schnellzug-Lokomotive der englischen Midland-Bahn.

(Engineer 9. März 1906, S. 243. Mit Abb.)

Die $^2/_4$ gekuppelte Lokomotive hat einen zwischen die Rahmen eingebauten Hochdruck- und zwei Niederdruckzylinder. Die drei Zylinder greifen an der ersten Triebachse an, dabei

sind die Kurbeln der Niederdruckzylinder um 90° gegen einander versetzt, während die Kurbel des Hochdruckzylinders mitten in dem stumpfen Winkel zwischen den Niederdruckkurbeln liegt.

Zum Anfahren wird während der Anfangsbewegung des Reglers dem Verbinder Frischdampf zugeführt, dessen Rückwirkung auf den Hochdruckkolben durch eine Büte'sche Klappe verhindert wird.

Die Hauptmafse der Lokomotive sind folgende:

Zylinderdurchmesser Hochdruck a	=	482,6 mm
» Niederdruck d_1	=	533,4 mm
Kolbenhub h	=	660,00 mm
Triebraddurchmesser D	=	2,13 m
Heizfläche H	=	124 qm
Rostfläche R	=	2,64 qm
Rohre aus Kupfer, Zahl		216
» » » Länge		3,753 m
» » » Durchmesser		47,62 mm
Mittlerer Kesseldurchmesser		1422,4 mm
Dampfüberdruck p		15,46 at
Gewicht, leer		56,3 t
Dienstgewicht L	=	60,76 t
Triebachslast L_1	=	39,73 t
Verhältnis $\frac{H}{R}$	=	47
» $\frac{H}{L}$	=	2,04 qm/t
Zugkraft Z	=	5440 kg
Verhältnis $\frac{Z}{H}$	=	43,8 kg/qm
» $\frac{Z}{L}$	=	90 kg/t
Zugkraft $\frac{Z}{L_1}$	=	136 kg/t

Ru.

Signalwesen.

Die Zugsicherung von Raymond Phillips.

(Engineering 1906, Juli, S. 53.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 und 9 auf Taf. IV.

Die selbsttätige Zugsicherung von Raymond Phillips besteht im wesentlichen aus einem auf der Lokomotive und einem auf der Strecke befindlichen Werke. Das letztere ist mit den Signalen und den Signalbuden verbunden.

Das auf der Lokomotive befindliche Werk (Abb. 8 und 9, Taf. IV) ist sowohl mit der Bremsleitung als auch mit einem Anzeiger und einem Horne auf dem Führerstande durch Röhren verbunden und ist für die Ortsignale und für die Vorsignale doppelt vorhanden. Abb. 1 zeigt die Grund-, Abb. 2 die Gefahr-Stellung. Ein Hebel A öffnet, wenn er gegen einen auf der Strecke befindlichen Bremsarm stöfst, mittels Hebels B und des Zylinders D nebst Kolben C die Bremsleitung, so dafs Luft in die Saugebremse tritt und diese langsam in Tätigkeit kommt. Wenn die Lokomotive das Ortsignal überfährt, wird die Wirkung beschleunigt. Der Hebel öffnet zugleich eine zum Anzeiger auf dem Führerstande führende Prefsluftleitung bei E, wodurch der Signalarm des Anzeigers auf der Lokomotive auf »Gefahr« gestellt wird. Gleichzeitig ertönt auf dem Führerstande ein kleines Horn, welches den Ton so lange wiederholt, bis der Lokomotivführer die Bremse bedient. Der Kolben C sinkt wieder in die Grundstellung, wenn die Saugwirkung in der Leitung voll wiederhergestellt ist.

Die auf der Strecke befindlichen Werke sind doppelt vorhanden und der Wärter in der Signalbude wird sowohl über ihre richtige Wirkung, als auch über ihr Versagen durch elektrische Verbindungen unterrichtet. Im Signalkasten befindet sich ein die Wirkung angebender Zeiger, ferner eine Glocke, welche durch Läuten ein Warnungzeichen gibt und dieses so lange wiederholt, bis der Wärter die Glocke abstellt. Der Zeiger zeigt auch an, ob der Arm auf »Fahrt«, »Gefahr« oder »Unordnung« steht, und zwar sowohl für die Ortsignale als auch für die Vorsignale. Mit den Ort- und Vor-Signalen sind besondere Bremswerke verbunden. Wenn die Strecke frei ist, sind die Bremsarme eingeschlagen und wenn die Strecke geblockt ist, stehen sie aufrecht, so dafs der an der Lokomotive befindliche Hebel gegen sie stöfst.

B—s.

Betrieb.

Eisenbahn-Unfall bei Salisbury.

(Engineer, 20 Juli und 24. August 1906. Mit Abb.)

Die Entgleisung des Schnellzuges der London- und Süd-west-Bahn im Gleisbogen bei Salisbury hat die Veranlassung zu einem langatmigen Meinungsaustausche gegeben. Wir werden auf die Verhältnisse des Unfalles noch zurückkommen.

Pf.

Elektrische Eisenbahnen.

Speiseschiene der Long Island-Bahn.

(Railroad Gazette 1906, Juni, Band XL, S. 570. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 9 auf Taf. VI.

In den Abb. 6 bis 9 auf Taf. VI sind Einzelheiten der auf der Long Island-Bahn verwendeten Speiseschiene dargestellt.

Die Endzungen mit der schiefen Ebene für das Auf- und Abgleiten der Gleitschuhe sind von Gufseisen. Es werden zwei Längen verwendet: die eine von $1{,}68^{m}$ wird auf den Hauptgleisen verwendet, wo die Schuhe bei grofser Geschwindigkeit auf- und abgleiten müssen, die andere von $0{,}76^{m}$ wird nur auf Abzweigungen und Ausweichstellen verwendet. Die Zungen sind mit den Schienenenden mittels gewöhnlicher Laschen verbunden und ruhen mit ihrem Aufsenende auf gewöhnlichen stromdichten Stühlen. An den Stöfsen der Speiseschiene sind kupferne Fufsverbindungen mit Stöpseln an den Enden verwendet. Die Speiseschiene ist häufig durch Wegeübergänge und Weichen unterbrochen; an solchen Stellen sind $0{,}61^{m}$ unter der Erdoberfläche liegende Kabel verwendet, zu deren Schutze gegen Beschädigungen beim Arbeiten an den Gas- oder Wasserleitungen eine ungefähr 30 cm starke Betonschicht dient. Mit Ausnahme dieser Stellen bildet eine 51^{mm} starke Wand den einzigen Schutz.

B—s.

Technische Litteratur.

Vorträge über Elastizitätslehre als Grundlage für die Festigkeits-Berechnung der Bauwerke von W. Keck, weil. Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover. Zweite vermehrte Auflage, neu bearbeitet von Dr.-Ing. L. Hotopp, Baurat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover. I. Teil. Hannover, Helwing, 1905.

Die neue Bearbeitung dieses rühmlichst bekannten Werkes des leider so früh von uns geschiedenen Meisters Keck durch seinen Nachfolger in der Abteilung für Bauingenieurwissenschaften L. Hotopp wahrt die Überlieferung richtiger Abwägung zwischen theoretischer Vertiefung und Anwendung der Wissenschaft, die dem Werke so schnell seinen weit reichenden Ruf verschafft hat, trotzdem es von Vertretern der sogenannten »reinen Wissenschaft« wiederholt als unwissenschaftlich angegriffen ist. Der heutige Leiter des Werkes handelt recht hierin, denn wer die Studierenden der Technischen Hochschulen mit kundigem Auge beobachtet, der weifs, dafs für sie die Schwierigkeiten viel weniger in der Aufnahme theoretischer Entwickelungen, als in deren selbständiger Anwendung zur Lösung tatsächlicher Aufgaben des öffentlichen Lebens stecken, die an den Studierenden der Universität, man kann vielleicht sagen: leider, in viel geringerer Zahl und Gewichtigkeit herantreten. Diese Auswertung der theoretischen Mechanik für bautechnische Aufgaben ist in der neuen Auflage vertreten wie in der alten, der Leser wird also auch jetzt den alten Nutzen aus dem neuen Werke ziehen.

Daneben mufs aber betont werden, dafs nicht etwa ein unberechtigtes und den Fortschritt hinderndes Hangen am Alten in dem Buche herrscht, es ist mit aller Mühe und Sorgfalt so weiter geführt, dafs es auch den neuen Aufgaben der Ingenieurkunst gerecht wird. In dieser Beziehung heben wir besonders die eingehende, und in gleicher Kürze und Vertiefung wohl sonst noch nicht zu findende Behandlung der Körper hervor, die dem Hooke'schen Elastizitätsgesetze nicht folgen. Diese spielen bekanntlich im Eisenbetonbau eine mafsgebende Rolle, und es ist als verdienstliche Leistung zu betonen, dafs hier bereits eine alle wesentlichen Fragen erschöpfende theoretische Behandlung eines Gebietes geboten wird, das im Baugewerbe erst in den ersten Stufen seiner Entwickelung steckt.

Wir sind der Überzeugung, dafs das Buch ein vortreffliches Mittel zur Heranbildung tüchtiger Ingenieure und zur Unterstützung in der Bautätigkeit stehender Männer bildet und wesentlich zur Förderung des Ingenieurwesens beitragen wird.

Wir wünschen ihm deshalb weite Verbreitung und besten Fortgang.

Geschäftsanzeigen von gewerblichen Anlagen.

1) Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, A.-G.

Von dem vorgenannten Werke liegen wieder mehrere höchst beachtenswerte Veröffentlichungen von ausgeführten Anlagen vor.

a) Eisenbahn- und Strafsenbahn-Wagen, enthaltend sechszehn verschiedene in Nürnberg ausgestellte Ausführungen;

b) Hebe- und Transport-Vorrichtungen, enthaltend umschwingende Hammer-, Ausleger-, Bock-, Tor- und Lauf-Kräne und deren Verbindungen für die verschiedensten Zwecke, Drehscheiben und Schiebebühnen und Kohlenladevorrichtungen;

c) Nürnberger Gasmaschinen; besonders beachtenswert ist eine bildliche Darstellung der Wärmewirtschaft in einer Dampfmaschinenanlage mit Kesseldampf und in einer Gas-Verbrennungsmaschine.

d) Dampfturbinen; die neuesten Fortschritte gemäfs den bereits reichen Erfahrungen des Werkes werden dargestellt, auch hier sind leicht verständliche Übersichten über die Dampf- und Wärmewirtschaft der verschiedenen Turbinenarten beigegeben.

2) Siemens-Schuckert-Werke. G. m. b. H. Abteilung für elektrische Bahnen.

Preislisten A B 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9 und Einzel-Preisblatt A. B. 3 über Leitungen für elektrische Bahnen, Stromabnehmer, Ausschalter, Sicherungen, Blitzableiter, Zähler, Anfahrwiderstände, Triebmaschinen, Beleuchtung und Heizung, Fahrzeug-Ausrüstung für Einphasenstrom, Solenoidbremsen.

Die Preislisten enthalten neben den Kostenangaben auch solche über die Anordnung der Teile nebst Abbildungen, bieten also sehr wertvolle Unterlagen für den Entwerfenden.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. 2. Heft. 1907.

„Puffing Billy".
Nachbildung der im Kensington-Museum in London aufgestellten ältesten Lokomotive.

Von **M. Höhn**, Zentralwerkstätten-Direktor in München.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln VII bis X.

1. Einleitung.

Das Deutsche Museum in München, das den Zweck verfolgt, die Entwickelung der naturwissenschaftlichen Forschung, der Technik und der Gewerbe in ihrer Wechselwirkung darzustellen und ihre wichtigsten Stufen insbesondere durch hervorragende und mafsgebende Meisterwerke zu veranschaulichen, ist neuerdings durch einen bedeutsamen Ausstellungsgegenstand bereichert worden.

Das neue Schaustück besteht in einer getreuen Nachbildung der im Kensington-Museum in London aufgestellten ältesten Reibungs-Dampflokomotive »Puffing Billy« in wahrer Gröfse, es ist ein Geschenk des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen an das Deutsche Museum, wo es unter der grofsen Zahl von Meisterwerken wohl mit zu den beachtenswertesten und wichtigsten Stücken gezählt werden darf.

Die vom Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen getroffene Wahl dieses Geschenkes mufs als eine äufserst glückliche bezeichnet werden, da hierdurch ein langgehegter Wunsch des Museums verwirklicht und ein Werk gestiftet wurde, das durch seine Eigenart den Urbeginn des Lokomotivbaues in treffendster Weise zur Darstellung bringt.

Die Ausführung des Modelles hatte in entgegenkommendster Weise die Verwaltung der Bayerischen Staatseisenbahnen übernommen, von der die Zentralwerkstätte München mit der Durchführung beauftragt wurde.

Zu diesem Zwecke wurde von der Generaldirektion der bayerischen Staatseisenbahnen unter Leitung des Zentralwerkstätten-Direktors M. Höhn, Vorstandes der Zentralwerkstätte München, Ende März 1906 ein Ausschufs nach England entsendet mit der Aufgabe, die im Kensington-Museum in London ausgestellte englische Lokomotive »Puffing Billy« in allen ihren Teilen auf das genaueste zeichnerisch und in Lichtbildern aufzunehmen, um damit die Grundlagen zur getreuen Nachbildung zu erhalten. Nach Rückkehr dieses Ausschusses im April 1906 wurde in der Zentralwerkstätte München sofort mit der Herstellung der für den Bau der Nachbildung erforderlichen Arbeitszeichnungen begonnen und bereits anfang Mai 1906 konnte die Herstellung des Modelles in der Zentralwerkstätte München in Angriff genommen werden.

Das Modell war so herzustellen, dafs die Lokomotive unter Dampf laufen kann.

Durch das arbeitsfreudige Zusammenwirken aller an der Herstellung des Modelles beteiligten Beamten und Arbeiter wurde ein rasches Fortschreiten der auszuführenden Arbeiten ermöglicht, und bereits am 16. August 1906 war die Lokomotive so weit fertiggestellt, dafs sie unter Dampf laufen konnte. Am 18. August fanden die ersten Probefahrten in der Zentralwerkstätte auf einem eigens angelegten 180 ^{m} langen Probegleise von 1546 ^{mm} Spur statt, die zufriedenstellend verliefen. Später ausgeführte weitere Versuchsfahrten haben durch Ermittelung einer Zugkraft der Lokomotive von durchschnittlich 675 kg am Zughaken bei 8 bis 10 km/St. mittlerer Geschwindigkeit die vollkommene Leistungsfähigkeit der Lokomotive erwiesen.

Als am 13. September 1906 seitens eines vom Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen eingesetzten, aus zwölf Herren bestehenden technischen Unterausschusses in der Zentralwerkstätte München eine eingehende Besichtigung und Überprüfung des Modelles vorgenommen wurde, konnte dieses in seiner ganzen Arbeitsausführung und Leistungsfähigkeit als eine in allen Teilen durchaus getreue Nachbildung des Vorbildes bezeichnet werden.

Die Übergabe der Lokomotive von der bayerischen Staatseisenbahnverwaltung an den Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen und von diesem an das Deutsche Museum in München hat am 23. Oktober 1906 in feierlicher Weise in der Zentralwerkstätte München stattgefunden.

Leider gestattet der Raum hier nicht, den Verlauf der feierlichen Übergabe in allen Einzelheiten näher zu besprechen. Ein ausführlicher Bericht hierüber findet sich in Nr. 84 der

Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen vom 31. Oktober 1906.

Am 5. November 1906 wurde die Lokomotive ihrem Bestimmungsorte, dem Deutschen Museum in München zugeführt.

Im Hinblicke auf die geschichtliche Bedeutung, die dem Vorbilde des gestifteten Werkes zukommt, dürfte ein geschichtlicher Rückblick auf die Entstehung der »Puffing Billy« und ihrer Vorgängerinnen, sowie eine kurze Beschreibung der Bauart dieser Lokomotive am Platze sein.

2. Geschichtlicher Rückblick auf die Entstehung der »Puffing Billy« und ihrer Vorgängerinnen.

Über die Stelle, welche der »Puffing Billy« in der Reihe der ersten Lokomotivbauten gebührt, gibt der Katalog des South-Kensington-Museums in Teil I zuverlässigen Aufschlufs.

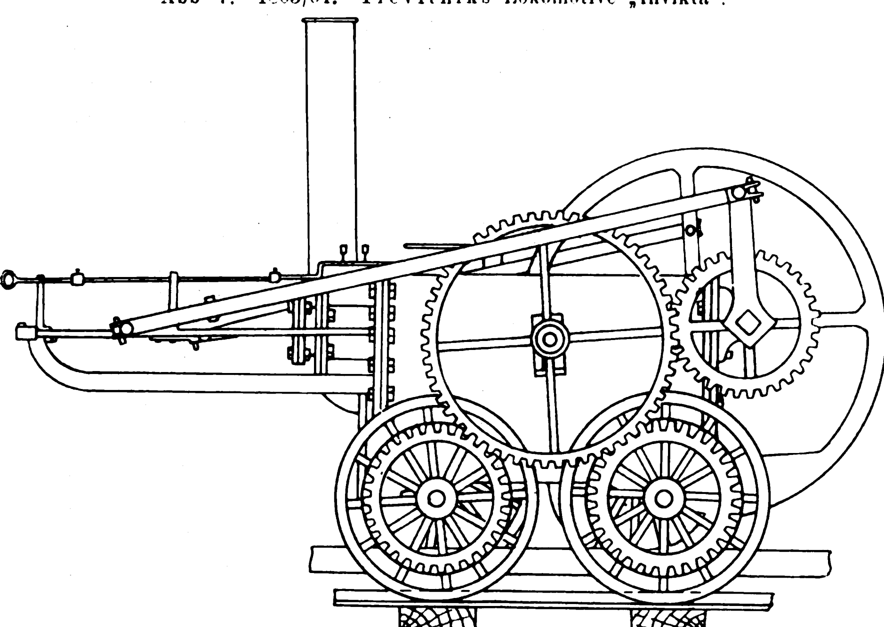
Der geschichtliche Rückblick, welcher hier gegeben wird, ist auf Grund sorgfältiger Quellenforschung von der Museums-Verwaltung zusammengestellt; die Quellen selbst: alte Werkzeichnungen, Flugblätter, Patentschriften und die ersten in Buchform zusammengefafsten Schriften über die Erfindung der Lokomotive, sind zum Teile in den Museumsräumen ausgestellt oder können in den Geschäftsräumen des Konservators eingesehen werden.

Die »Puffing Billy« wurde im Jahre 1813 in der Kohlengrube des Christopher Blackett zu Wylam unter der Leitung des dortigen Direktors William Hedley gebaut.

Die Bauart der Lokomotive ist die Frucht eingehender Prüfung der damals vorhandenen Kessel- und Dampfmaschinen-Formen, sowie Hedley's eigener Forschung über die Reibung zwischen glatten Rädern und eisernen Schienen.

Schon im Jahre 1805 war von Blackett in Wylam ein Versuch, die Kohlenwagen mittels einer Dampflokomotive zu befördern, eingeleitet; er hatte sich mit R. Trevithik in Verbindung gesetzt, welcher im Jahre 1803 die in Textabb. 1 dargestellte Lokomotive für die »Penydarren Iron Works« hergestellt hatte.

Abb 1. 1803/04. Trevithiks Lokomotive „Invikta“.



Dieselbe Lokomotive wurde für Blackett im Mai 1805 geliefert; sie lief mit glatten Rädern auf Holzschienen.

Die Versuche scheinen jedoch wegen ungenügender Leistungsfähigkeit des Kessels und der geringen Widerstandsfähigkeit der Schienen, welche den hohen Achsdrücken nicht gewachsen waren, misglückt zu sein.

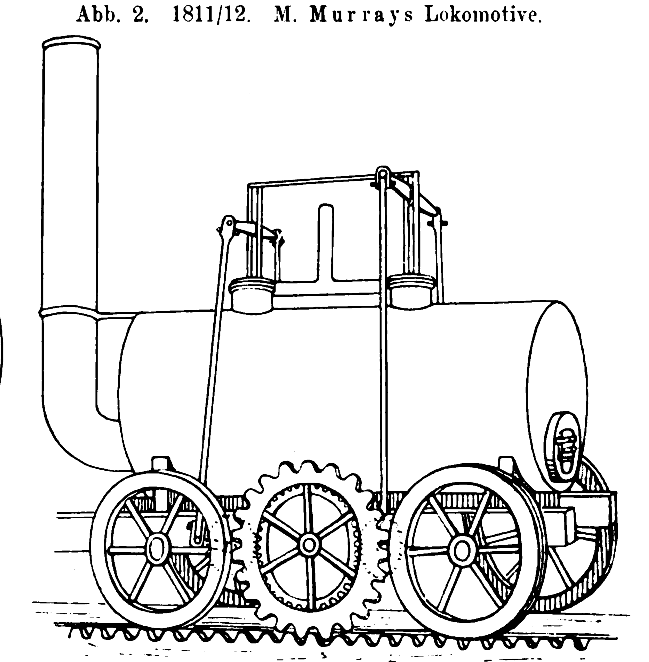
Inzwischen hatte sich trotz der Erfolge, welche Trevithik mit seinen auf glatten Rädern laufenden Lokomotiven immerhin aufzuweisen hatte, die allgemeine Meinung dahin gewendet, dafs die Reibung zwischen Rad und Schiene für die Fortbewegung gröfserer Lasten nicht genüge, und in der Folge hatte John Belkinsop im Jahre 1812 für eine Bahn zwischen Middleton und Leeds die in Textabb. 2 dargestellte Lokomotive mit gezahntem Triebrade gebaut, welches in eine an der glatten Fahrschiene seitlich angebrachte Verzahnung eingriff. Diese Lokomotive war bis 1831 im Betriebe.

William Hedley nahm trotzdem in Wylam Colliery die Versuche mechanischer Förderung mittels glatter Triebräder wieder auf, und baute zunächst einen zweiachsigen, mit glatten Rädern versehenen Wagen, dessen Achsen mittels Zahnradgetriebe von Hand in Drehung versetzt werden konnten.

Als er den Nachweis erbracht hatte, dafs die Reibung zwischen Schiene und Rad bei entsprechender Belastung des Triebwagens für die Fortbewegung eines Kohlenzuges auf der ganzen Strecke genügte, rüstete er im Februar 1813 den Versuchswagen mit gufseisernem Kessel und einer einzylindrigen Dampfmaschine aus; da jedoch der Kessel nicht leistungsfähig genug war, so wurde mit dieser Lokomotive der erhoffte Erfolg nicht erzielt.

Oswald Dodd Hedley, ein Sohn William Hedleys, beschreibt in einem zu London im Jahre 1858 herausgegebenen Werkchen »Who invented the Lokomotive engine?« diese Versuchsreihe, die ersten Mifserfolge und die hieran sich anschliefsende Erbauung der ersten leistungsfähigen Reibungs-

Abb. 2. 1811/12. M. Murrays Lokomotive.



Lokomotive, welche später wegen des starken Geräusches des auspuffenden Dampfes »Puffing Billy« genannt wurde.

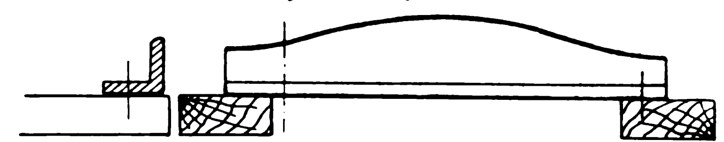
Mit einem neu angestellten Werkmeister Namens Water entwarf W. Hedley diese Lokomotive und stellte sie noch im Jahre 1813 fertig.

Bereits im Mai 1813 wurde ihm die Bauart der neu entworfenen Maschine durch eine Patenturkunde geschützt.

Von der Trevithik'schen Bauart war beibehalten: das im Kessel umkehrende Flammrohr, die Einführung des Auspuffdampfes in den Kamin zur Erzielung bessern Luftzuges, der Einbau der Dampfzylinder in den Kessel; im übrigen wurden die auf beiden Längsseiten des Kessels angebauten Dampfmaschinen nach der erprobten Watt'schen Ausführung je mit senkrecht stehendem Zylinder mit nach oben treibendem Kolben, mit Schiebersteuerung und Triebhebel ausgerüstet. Die beiden Schubstangen versetzten eine unter dem Kessel liegende Achse mittels zweier im rechten Winkel aufgekeilten Kurbeln in Umdrehung. Durch Zahnradgetriebe wurde die Drehbewegung von der Kurbelachse auf die zwei Triebachsen übertragen.

Die Lokomotive konnte zehn beladene Kohlenwagen mit einer Geschwindigkeit von 8 km/St. befördern. An den erst 1808 auf der Bahn zu Wylam Colliery verlegten gufseisernen Flanschenschienen (Textabb. 3) traten bei dem erheblichen Achsdrucke der neuen Lokomotive so zahlreiche Schienenbrüche ein, dafs Abhülfe geschaffen werden mufste.

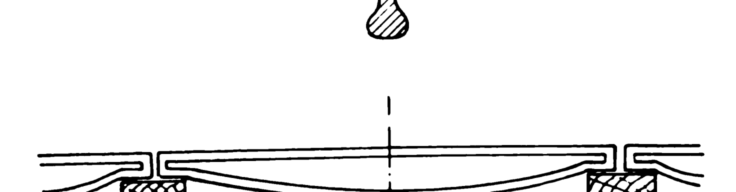
Abb. 3. Schienenform zu Wylam Colliery von 1808 bis 1830, Plate rails.



Hedley setzte die Lokomotive, nachdem verschiedene Verbesserungen an ihr ausgeführt waren, im Jahre 1815 auf zwei zweiachsige Drehgestelle und verringerte so die Raddrücke auf die Hälfte. In dieser Ausführung, welche in Textabb. 4 wiedergegeben ist, lief die Lokomotive anstandslos. Mit einem Dampfdrucke von 3,5 kg/qcm konnte nun ein Zug von 16 beladenen Kohlenwagen mit 8 km/St. befördert werden.

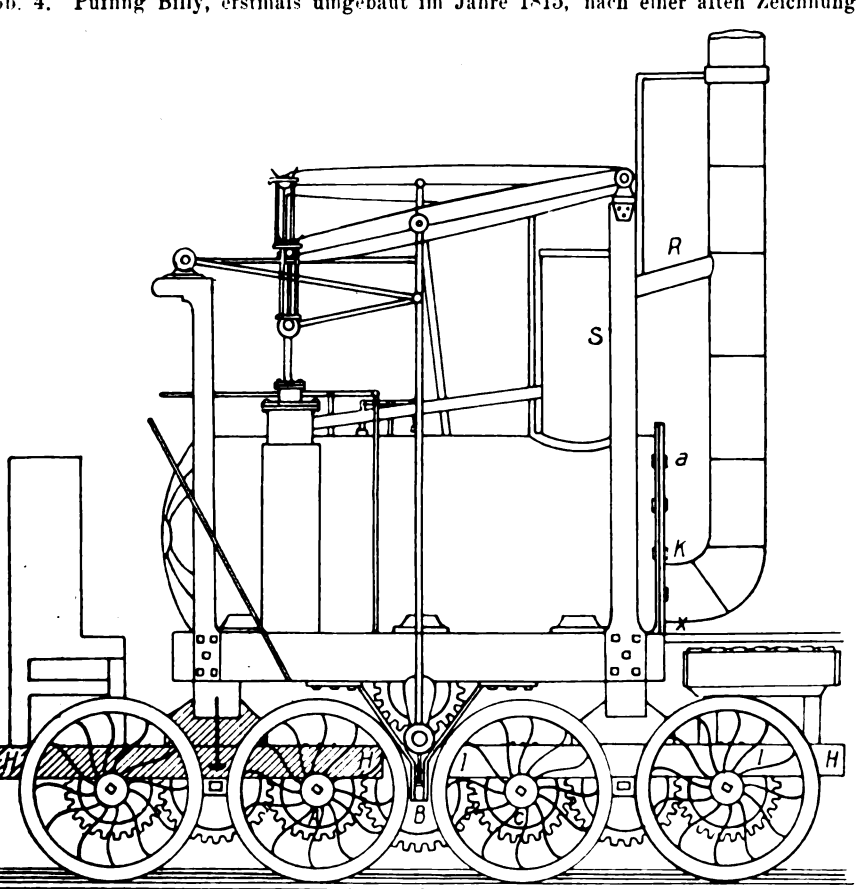
Als im Jahre 1830 zu Wylam Colliery gufseiserne Fischbauchschienen (Textabb. 5) eingeführt wurden, konnte die Lokomotive wieder auf zwei Achsen gesetzt und der Reibungsverlust der Zahnräder durch Verminderung der Zahnräder von acht auf fünf verkleinert werden.

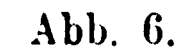
Abb. 5. Schienenform nach 1830, castiron edge rails, double flanged fish-bellied type.

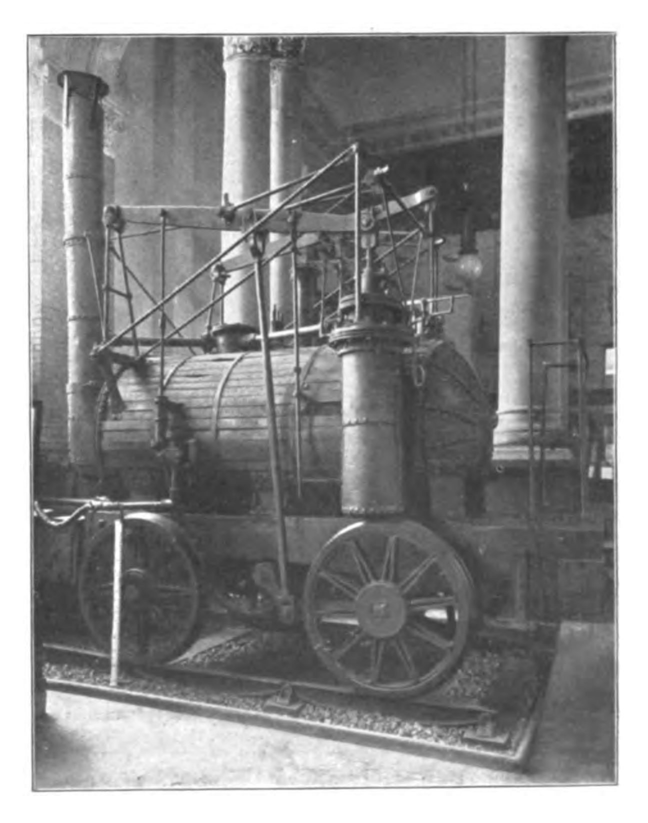


Gelegentlich dieser Abänderung scheint die nach Watt ausgeführte Geradführung mit den hölzernen Tragsäulen für die Stützpunkte des Triebhebels und Gegenlenkers entfernt, und

Abb. 4. Puffing Billy, erstmals umgebaut im Jahre 1815, nach einer alten Zeichnung.




Abb. 6.



durch die jetzt vorhandene mit eisernen Stützen und Trägern ausgeführten Gelenkgeradführung nach der Bauart des Amerikaners Evans ersetzt worden zu sein.

Die Textabb. 6 bis 9 zeigen die Lokomotive in der Form, in der sie im Jahre 1862 aufser Betrieb gesetzt, und in das South-Kensington-Museum überführt wurde.

Abb. 7.

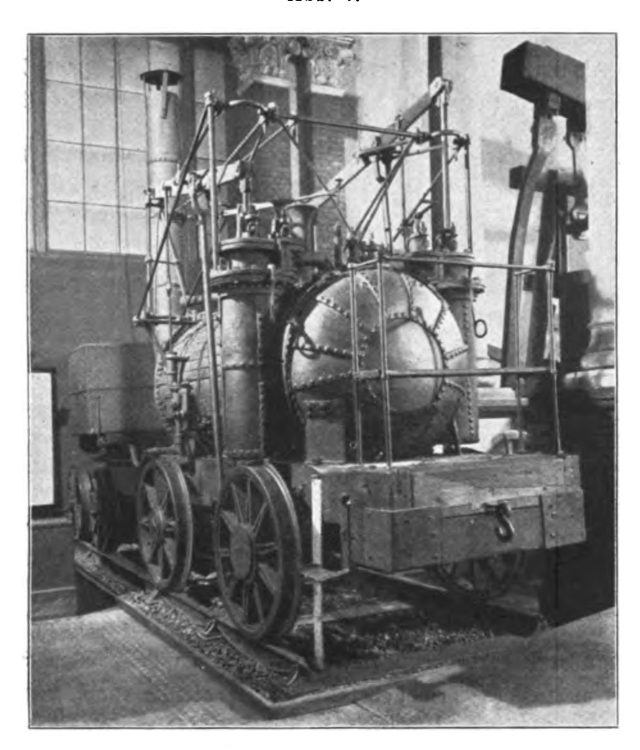
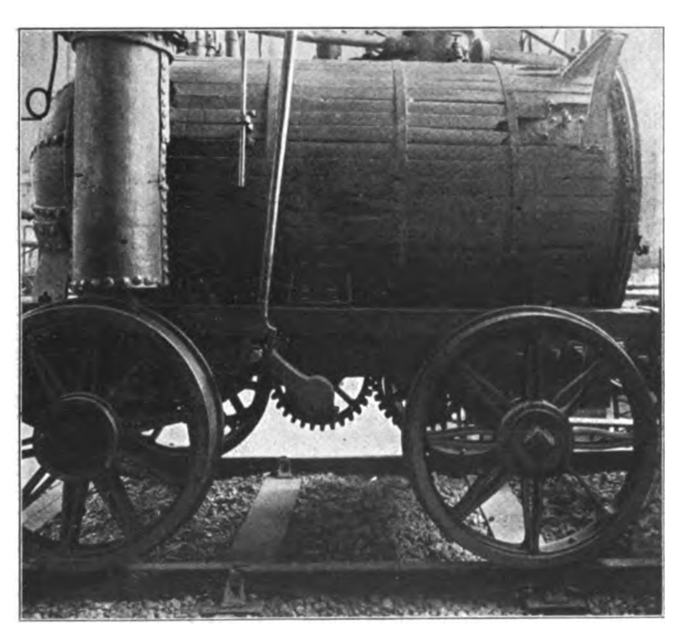


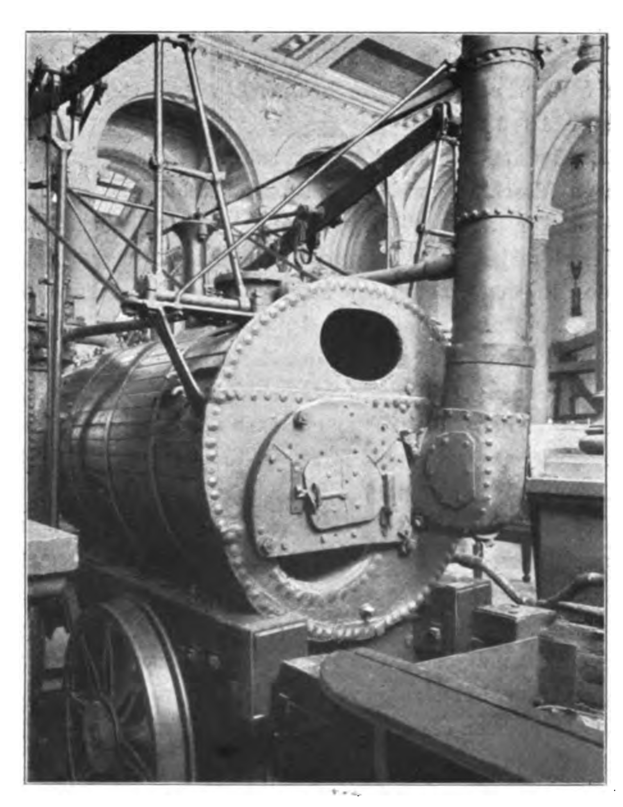
Abb. 8.



Eine Schwesterlokomotive der »Puffing Billy« mit Namen »Wiliam Dilly«, war vom Jahre 1815 bis 1867 in Betrieb und wird seitdem im Gewerbemuseum zu Edinbourgh aufbewahrt.

Über die Entstehung der »Puffing Billy« finden sich noch einzelne abweichende, jedoch unverbürgte Angaben. So wird

Abb. 9.



in einer im South-Kensington-Museum aufbewahrten Handschrift »On the early days of the Lokomotive« von J. Water, wahrscheinlich dem Sohne des obengenannten Werkmeisters, der bei dem Baue der Lokomotive beschäftigt war, die »Puffing Billy« »Waters engine« genannt.

Die Schrift ist jedoch nicht im Drucke erschienen. Einem Dritten wird die Erfindung in einer auf einem einzelnen Blatte gedruckten und mit Abbildung versehenen Beschreibung zugeschrieben, nämlich Jonathan Forster, welcher bis zu seinem Lebensende als Schmied zu Wylam Colliery arbeitete.

3. Beschreibung der Bauart der Puffing Billy.

(Abb. 1 bis 5, Taf. VII, Abb. 1 bis 6, Taf. VIII, Abb. 1 bis 14, Taf. IX und Abb. 1 bis 4, Taf. X.)

Ein ohne Federung auf den beiden Triebachsen der Lokomotive lagernder, ziemlich massiver, aus Längs- und Querbalken bestehender, innen liegender hölzerner Rahmenbau bildet mit den beiden genannten Achsen den eigentlichen Wagen der Lokomotive. Die Achslager sind in einfachster Weise aus Gufseisen mit Ober- und Unter-Teil ohne Futter hergestellt. Die Räder, in deren Gufsnaben die quadratisch geschmiedeten Achsen mit Holzkeilen gut eingekeilt sind, ähneln mit ihren schmiedeisernen Speichen und den mit Spurkränzen versehenen Reifen heute noch gebräuchlichen Radformen, scheinen jedoch bei einer Verbesserung der Lokomotive untergesetzt zu sein, da mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, dafs die ursprünglichen Räder, wie die des Tenders, ganz aus Gufseisen hergestellt waren.

Auf dem Rahmen ruht wagerecht der seitlich auf drei Paar Kesselträgern gestützte, in seiner äufsern Gestalt zylindrisch gehaltene Dampfkessel mit gewölbter vorderer und flacher hin-

terer Kesselwandung. Er ist zum Schutze gegen Wärmeverluste mit einer Holzverschalung umgeben.

Eigenartig an ihm ist im Gegensatze zur heutigen Lokomotivkesselbauart das Fehlen der Feuerbüchse, der Rauchkammer und der Heizröhren; wir sehen an deren Stelle eine für die damalige Zeit für gute Ausnutzung der Heizgase ganz wirkungsvolle Anordnung, den Einbau eines vorn im Kessel umkehrenden U-förmigen weiten Flammrohres, in dessen weitern zylindrischen Teil die Feuerungsanlage mit wagerecht gelagerten Längsroststäben eingebaut ist, und an dessen eiförmig verjüngtes anderes Ende sich der ziemlich hohe Schornstein anschliefst. Feuertür und Schornstein befinden sich sonach nebeneinander an der Kesselrückwand am Heizerstande. Der Stand des Führers befindet sich am entgegengesetzten Ende des Kessels.

Kessel und Flammrohr sind aus genügend starken, jedoch meist kleineren, mittels einfacher Überlappungsnietung zusammengefügten Eisenblechplatten hergestellt, deren eine ganz erhebliche Anzahl insbesondere zur Formung der gewölbten Kesselwandung und der Flammrohrkrümmung erforderlich war, welcher Umstand die damaligen Verhältnisse des Dampfkesselbaues kennzeichnet. Das Befahren des Kessels ist durch ein an der Rückwand angebrachtes Mannloch, die Entfernung des Schlammes durch zwei Waschbolzen ermöglicht.

Die Speisung des Kessels geschieht durch eine rechtseitig an diesem angebrachte gufseiserne, einfach wirkende Saug- und Druck-Pumpe, deren Antrieb durch ein mit dem Hauptlenker a verbundenes, von Hand auslösbares Gestänge erfolgt. Je zwei seitlich auf Führer- und Heizer-Seite angebrachte Probehähne dienen als einziges Mittel zur Beobachtung des Wasserstandes und durch ein mit unmittelbarer Blattfederbelastung versehenes Sicherheitsventil V war auch für die Sicherheit gegen Dampfüberdruck Sorge getragen. Zur Erhöhung der Sicherheit ist später noch ein zweites verbessertes Sicherheitsventil V_1 mit Federwage, ähnlich der heute noch bei alten Lokomotiven im Gebrauche stehenden Form, angebracht, das wohl gleichzeitig auch zur Beobachtung der Dampfspannung dienen mufste, da keine besondere Vorrichtung hierfür am Kessel angebracht ist. Eine Signaldampfpfeife, allerdings auch neueren Ursprungs, vervollständigt die Ausstattung.

Die Regelung der Dampfzuführung vom Kessel zu den beiden Zylindern wird durch eine einfache, vorn in die Kesseldecke eingebaute und vom Führer mittels eines Hebels H bequem zu handhabende, mit zwei Absperrschiebern S und S_1 ausgerüstete Schiebervorrichtung, das grundsätzlich noch heute ebenso angewendete Reglergetriebe ermöglicht.

Noch mehr als die vorbeschriebene besondere Bauart des Kessels läfst die Ausführung der eigentlichen Dampfmaschine nach den damals erprobten Dampfmaschinenformen den Urbeginn des Lokomotivbaues in handgreiflicher Weise erkennen.

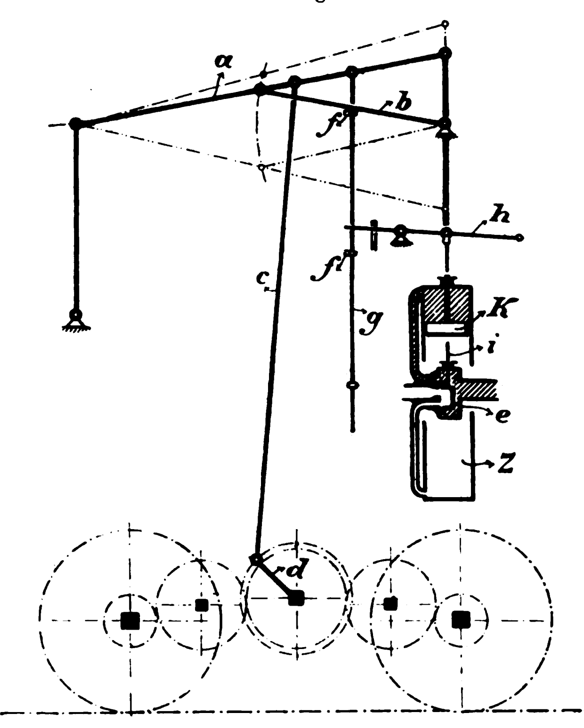
Die Lokomotive arbeitet mit zwei auf beiden Kessellängsseiten gleichartig angebauten Dampfmaschinen, und hat deshalb zwei seitlich am vordern Kesselteile lotrecht angeordnete, in zylindrische Blechmäntel M eingebaute gufseiserne Dampfzylinder Z von 220 mm Durchmesser und 975 mm Hub. Durch diese mit dem Wasserraume des Kesselinnern in Verbindung stehenden, an den Kessel angenieteten Blechmäntel wird erreicht, dafs die Dampfzylinder im heifsen Kesselwasser stehen, wodurch die schädlichen Wärmeverluste der Dampfzylinder in sinnreicher Weise vorteilhaft vermindert werden.

Die beiden mit Hanf gedichteten Kolben K (Textabb. 10) übertragen die Arbeit mittels der auf den Kessel aufgebauten, im wesentlichen aus dem Hauptlenker a und Gegenlenker b bestehenden Evans'schen Gelenk-Geradeführungen durch Kurbelstangen c abwärts auf die mit um 90° versetzten Aufsenkurbeln d versehene mittlere der drei im Rahmen gelagerten Triebwerkswellen, sodafs die Lokomotive mit Zwillingsmaschine arbeitet. Von dieser Hauptwelle wird die Drehbewegung mittels Zahnräderanordnung auf die beiden Zwischenwellen und von diesen auf die zwei Triebachsen übertragen.

Die Dampfverteilung in den Zylindern wird durch kurze, auf Metallbrücken gleitende metallene Muschelschieber e geregelt. Diese werden jeder für sich dadurch gesteuert, dafs



Abb. 10. Darstellung des Triebwerkes.



die mit dem Hauptlenker a in Eingriff stehende, mit zwei Daumen f versehene Steuerstange g bei ihrem Auf- und Abwärtsgange durch Anschlag der Daumen f an den wagrechten Steuerhebel h diesen und damit den mit ihm durch die Schieberstange i in Verbindung stehenden Schieber e zwangläufig aufund abwärts bewegt. Durch geeignetes einmaliges Einstellen dieser Steuerhebel und somit der Schieber von Hand läfst sich Vor- und Rückwärtslauf der Lokomotive erwirken.

Der gebrauchte Dampf strömt zur Verminderung seines starken Geräusches zunächst in einen oben am Kessel liegenden gufseisernen Schalldämpfer D, und wird von hier mittels eines Auspuffrohres R zur Erzielung bessern Luftzuges in den Schornstein geleitet. Wir erblicken hierin die Anwendung des bekannten Blasrohres in seiner Anfangstufe.

Der Tender bietet in seiner sehr einfachen Bauart weniger bemerkenswertes. Er besteht aus einem auf zwei Achsen ge-

lagerten kräftigen Holzrahmenbaue, und trägt einen aus Eisenblech hergestellten Wasserbehälter und den Kohlenkasten.

Die mit Speichen versehenen Räder haben Spurkränze, sind ganz aus Gufseisen, und wie die der Lokomotive auf die quadratisch geschmiedeten Achsen fest mit Holz aufgekeilt.

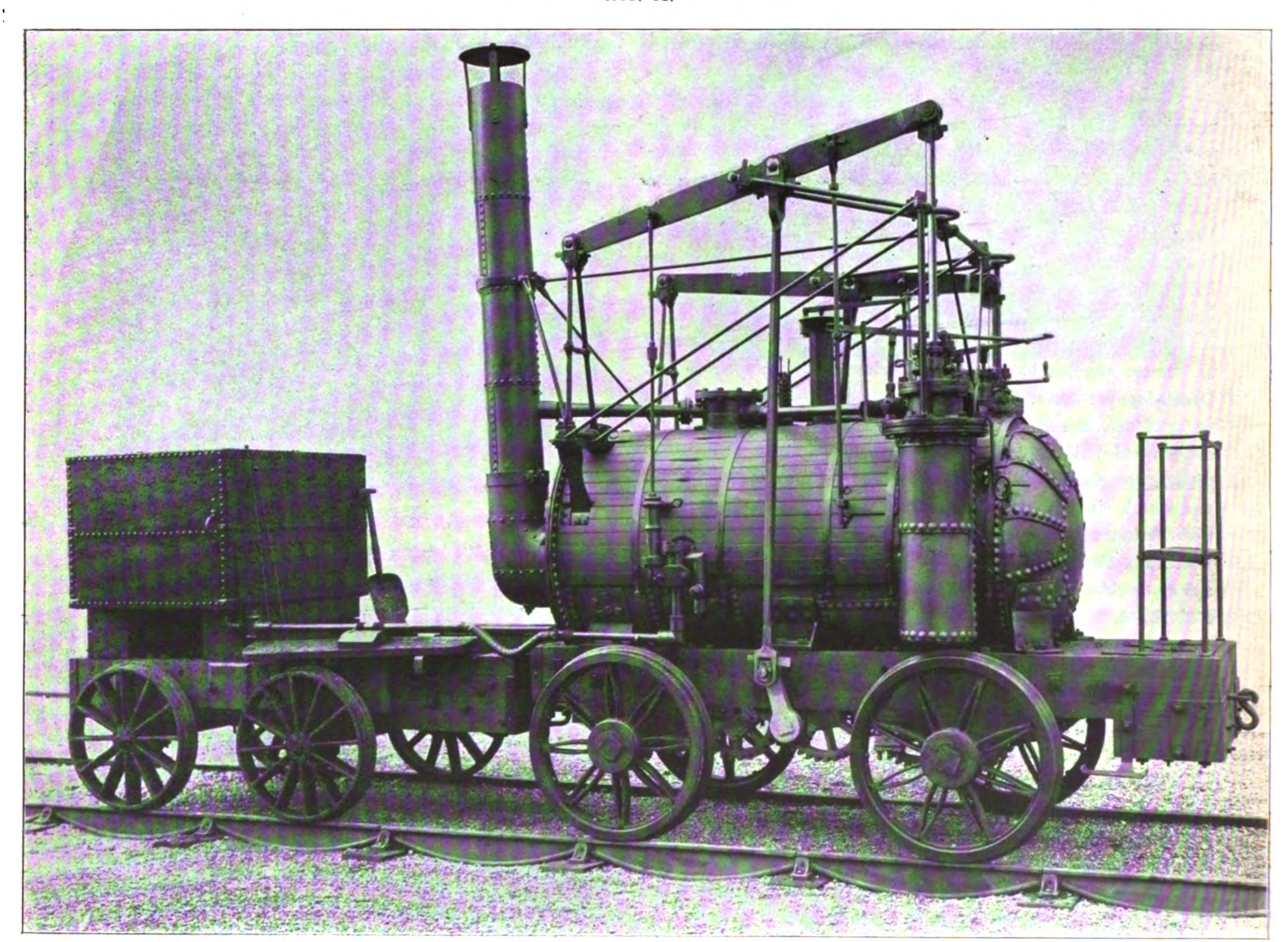
Der Wasserzuflufs vom Wasserbehälter zur Speisepumpe der Lokomotive wird durch eine auf der Tenderseite mit einem Hahne absperrbare, zwischen Tender und Lokomotive mittels eines zusammengenieteten Lederschlauches gekuppelte Rohrleitung erzielt.

Die Lokomotive ist bei einem höchsten Betriebsdruck im Kessel von 3,5 at imstande, eine Zuglast von 44 t Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 8 bis 10 km/St. auf wagerechter Bahn fortzubewegen.

Für eine besondere Bremsvorrichtung scheint kein Bedürfnis bestanden zu haben, da Lokomotive und Tender damit nicht ausgerüstet sind.

Die Hauptabmessungen und Gewichte, wie sie bei der in Textabb. 11 dargestellten Nachbildung der »Puffing Billy« ermittelt wurden, sind:

Abb. 11.



Spurweite	1546 mm	Triebkurbelkreis-Durchmesser	580 mm
Achsstand der Lokomotive	1750 «	Rad auf der Kurbelwelle	32 Zähne
« des Tenders	1235 «	Räder auf den Zwischenwellen	30 «
Ganzer Achsstand	4940 «	« « Laufachsen	17 «
Raddurchmesser	970 «	Zugkraft am Zughaken gemessen	675 kg
Dampfzylinderdurchmesser	220 «	Gewicht der Lokomotive, leer	7850 «
Kolbenhub	975 «	« « « im Dienste	9190 «
Dampfspannung	3,5 at	« des Tenders im Dienste	4132 «
Kesselheizfläche	8,1 qm	« « « leer	2057 «
Rostfläche	0,48 qm	Geschwindigkeit	8 bis 10 km/St.

Der Bau neuer Lokomotivschuppen.

Von **F. Zimmermann,** Oberingenieur der badischen Staatseisenbahnen in Karlsruhe.

(Schlufs von Seite 12.)

II. Gleisanlagen.

An Gleisanlagen erhält man beim rechteckigen Schuppen mit doppelter Ausfahrt 2 × 8 einfache Weichen und 520 m Gleis, also 16 Weichen und 1040 m Gleis.

Bei den drei halbringförmigen Schuppen mit 24 m innerem Halbmesser hat man je 20 × 14 = 280 m Gleisanschlüsse an die Drehscheibe, also im Ganzen 3 × 280 = 840 m Gleis. Bei den zwei halbringförmigen Schuppen mit 45 m innerm Halbmesser hat man je 32 × 35 = 1120 m Gleisanschlüsse an die Drehscheibe, also im Ganzen 2240 m Gleis.

Von diesen drei Schuppenarten, in denen für 60 bis 64 grofse Lokomotiven Platz ist, wird die Anordnung der drei ringförmigen Schuppen von 24 m innerm Halbmesser hinsichtlich der Grundfläche und der Gleisanlage die billigste sein: dann folgt die rechteckige Anordnung mit zwei Schiebebühnen, 70 ^{m} Gleislänge und zuletzt die mit zwei halbringförmigen Schuppen mit 45 ^{m} innerm Halbmesser.

In dem rechteckigen Schuppen kann man aber bis 96 verschieden lange Lokomotiven unterbringen, im ringförmigen aber nur 64, sofern nicht die Flügelenden mit längeren Ständen versehen werden. Ferner ist die Ein- und Ausfahrt nach der Weichenstrafse eine sicherere als über die Drehscheiben*).

Die Kosten für eine Drehscheibe mit Grube und einer Schiebebühne mit Fahrgleis sind annähernd gleich. Werden nur zwei grofse ringförmige Schuppen gebaut, so hat man nur zwei Drehscheiben, beim rechteckigen Schuppen aber zwei Schiebebühnen und eine Drehscheibe.

Die Kosten für die Eindeckung der Schiebebühnen können niedriger gehalten werden, als die für die Lokomotivaufstellung, sodafs sich der Einheitsatz für die überbaute Fläche des rechteckigen Schuppens niedriger stellt, als bei den ringförmigen.

Die Hälfte der Lokomotiven im rechteckigen Schuppen fährt über die Schiebebühnen. Bei breiter Anordnung mit vielen Gleisen wird die Fahrlänge der Schiebebühne grofs; also werden die Betriebskosten hoch. Bei den ringförmigen Schuppen müssen die Lokomotiven im Durchschnitte um 90° gedreht werden.

Die Kosten für den Schiebebühnenbetrieb bleiben aber immer höher, als für den Drehscheibenbetrieb.

III. Die Einfügung in die Gleisanlagen.

Mit den Schiebebühnenvorbauten ist der rechteckige Schuppen bei sieben Gleisen 9 × 6 = 54 m breit. Der halbkreisförmige Schuppen mit 24 m innerm Halbmesser nimmt mit der Drehscheibe und Umgrenzung eine Breite von 12 + 24 + 24 + 2 = 62 ^{m}, der mit 45 ^{m} innerem Halbmesser 12 + 45 + 24 + 2 = 83 ^{m} ein. In der Längsrichtung fordert der rechteckige Schuppen mit drei Abteilungen und 70 m Gleislänge 260 m.

Die beiden Weichenstrafsen an beiden Enden sind noch 160 m lang.

*) Schweizerische Bauzeitung Bd. XLVI, 1905, 1. Juli.

Die drei halbringförmigen Schuppen fordern mindestens 3 × 100 = 300 m, die zwei halbringförmigen mindestens 2 × 140 = 280 m in der Länge. Die Rechteckform gestattet also, langgestreckte schmale Bauflächen zwischen den Gleisen grofser Bahnhofe auszunutzen*).

Bei rechteckigen Schuppen könnte man bei genügender Länge durch Anreihung von Schiebebühnen und weiteren Abteilungen beliebig weitergehen. Die Anlagekosten für die Flächeneinheit würden dabei immer niedriger werden.

Es empfiehlt sich aber schon mit Rücksicht auf guten Überblick seitens der Aufsichtsbeamten über die eingefahrenen Lokomotiven und in Anbetracht der Überwachung der Schuppenarbeiter und Betriebschlosser, nicht mehr als drei Abteilungen mit zwei Schiebebühnen zu einem Schuppen zu vereinigen.

IV. Die Lage der Schuppen.

Die Lage der Lokomotivschuppen richtet sich nach der Gröfse der Bahnhöfe und nach den örtlichen Verhältnissen. Bei grofsen Bahnhofsanlagen werden für die Lokomotiven der Schnell- und Personenzüge besondere Schuppen gebaut, da der Verschiebebahnhof meist weit vom Personenbahnhofe abliegt und die Güterzug-Lokomotiven in dessen Nähe einen Schuppen erhalten.

Die Lokomotivschuppen wurden früher bei noch kleinen Bahnhofsanlagen und ungenügenden Verständigungsmitteln in die Nähe des Hauptgebäudes gestellt. Zur Bestellung von Lokomotiven und Mannschaften für Vorspannleistungen oder für Sonderzüge wurde vom Fahrdienstbeamten ein Diener oder Arbeiter nach dem Lokomotivschuppen geschickt. Bei den heutigen Verständigungsmitteln liegt kein Grund vor, die Schuppen in der Nähe der Station errichten zu müssen.

Auf grofsen Bahnhöfen kann man die Schuppen nicht mehr in der Nähe halten. Sie können, wie in München, Dresden, Frankfurt a. M. einige Kilometer vom Empfangsgebäude entfernt liegen, wenn nur für die Zu- und Abfahrt der Lokomotiven je ein besonderes Gleis angelegt ist. Die Länge des Weges spielt gegenüber dem sonstigen für die Bereitstellung der Lokomotive nötigen Zeitaufwande keine Rolle.

Die für den Bedarfsfall bereit gehaltenen Lokomotiven sind schon so gestellt, dafs sie nach Auffrischen des Feuers und Schmieren sofort nach Antritt der Mannschaft ausfahren können. Aus dem rechteckigen Schuppen geht die Bedarfslokomotive durch die Weichenstrafse; am runden Schuppen mufs sie erst noch gedreht werden.

Die Dauer der Fahrt der Lokomotive bis zur Station wird zur Erhöhung des Dampfdruckes benutzt. Diese Zeit wäre auch nötig, wenn die Lokomotive aus einem Schuppen neben dem Empfangsgebäude geholt würde.

Man baut die Lokomotivschuppen auch nicht zu nahe an den Personenbahnhof, um den Rauch vom Bahnhofe und dessen

*) Glaser's Annalen 1905, 15. April, S. 142.



Stadtteilen fern zu halten. Mit zunehmendem Betriebe sind die Klagen der Anlieger über den Rauch der Schuppen immer zahlreicher und ernster geworden. Die Erhöhung der Rauchabzugröhren brachte keine Verbesserung, erst die Abführung des Rauches durch hohe Schornsteine.

Neue Lokomotivschuppen in gröſseren Städten werden deshalb vorteilhaft mit gemeinsamer Rauchabführung gebaut*).

Diese Rauchabführung ist eine Verbesserung auch für die Arbeiter im Lokomotivschuppen. Die Verlegung der Rauchkanäle im Schuppen bedingt höhere Lage des Daches. Dadurch und durch die Rauchfreiheit wird der Schuppenraum heller und luftiger. Die Tore brauchen nicht mehr der Lüftung wegen geöffnet zu werden, die Arbeiter werden daher weniger krank.

Das Anheizen einer Lokomotive, die unter einem an den Schornstein angeschlossenen Rauchrohre steht, geht rascher vor sich, da der Luftzug das Feuer besser anfacht.

Die viereckigen Schuppen englischer Bahnen**) haben über den Gleisen durchgehende Längskanäle für den Rauchabzug, sodaſs der Schornstein der einfahrenden Lokomotive nach Durchdrücken einer den Kanal am Ende abschlieſsenden beweglichen Klappe in den Kanal eintritt.

Diese Anordnung verlangt die Ausbildung des Schuppendaches in Sägeform. Die Seitenwände des Kanales gehen bis unter Dach, sodaſs sich oben einzelne Kammern bilden, aus denen der Rauch durch Schlote austritt. Kleinere Schuppen dieser Art sind auch in Appenweier und Mühlacker gebaut. Der Rauch wird dort gut abgeführt und die Stellung der Lokomotiven ist nicht durch einen bestimmten Stand unter einem Rauchabzugstrichter bedingt; der Rauch tritt jedoch bald über Dach aus, sodaſs er den Nachbarn lästig werden kann.

Die gemeinsame Rauchabführung läſst sich in viereckigen wie ringförmigen Schuppen ausführen. Bei letzteren werden die Schornsteine an oder vor die äuſsere Mauer des Schuppens gebaut, bei ersteren können die Schornsteine vor den Schuppen oder im Innern zwischen zwei Gleisen errichtet werden wie in Freiburg. Die Anordnung der Kanäle und Abzugrohre ist bei den ringförmigen Schuppen einfacher. Auch das Reinigen der Lokomotiven soll, um den Staub aus dem Schuppen fernzuhalten, vor den Schuppen geschehen.

Das Reinigen der Heizröhren mit Satzstangen, mit eingeblasenem Dampfe oder mit Preſsluft kann auf der Putzgrube vor dem Schuppen vorgenommen werden. Die gereinigten Lokomotiven können dann im Schuppen unmittelbar hintereinander stehen.

Die ankommenden Lokomotiven erhalten vor der Einfahrt in die groſsen Schuppen erst Kohlen, werden auf der vor dem Schuppen liegenden Putzgrube gereinigt, das Feuer wird entschlackt, der Aschkasten entleert, die Lösche aus der Rauchkammer herausgeholt, die Heizröhren werden durchgestoſsen oder durchgeblasen.

*) Organ 1904, S. 60; 1906, S. 143; Ergänzungsband XIII, S. 92; 1896, S. 1.

**) Glaser's Annalen 1905. 15. April, S. 142.

Gleichzeitig erhält die Lokomotive Wasser und Sand, der Lokomotivführer erkundigt sich nach seinem weitern Dienste, sieht das Befehlbuch nach und der Heizer ergänzt seinen Ölvorrat. Nun erst wird die Lokomotive in den Schuppen gestellt, wo der Führer die innen liegenden Teile der Lokomotive nachsieht, und wenn nötig auf Ausbesserungszettel die erforderlichen Arbeiten an der Maschine vornehmen läſst. Wird die Lokomotive auf der Putzgrube der Lokomotivmannschaft von einem fahrberechtigten Schuppenobmann abgenommen, so kann die Dienstzeit der Mannschaft abgekürzt werden*).

Die Vereinigung der Schuppen für Personen- und Güterzug-Lokomotiven wird unmöglich, wenn man den Schuppen für Güter-Lokomotiven zwischen den Gleisanlagen im Verschiebebahnhofe haben will, wie in Zürich und Freiburg. Diese Lage hat den Vorteil, daſs die Güter- und Verschiebe-Lokomotiven leicht zu den einzelnen Gruppen und zur Abfahrstelle gelangen können.

Kann man bei Anlage des Schuppens seitlich des Verschiebebahnhofes nicht auch die Personen-Lokomotiven in dem Schuppen unterbringen, so wird man ihn vorteilhaft etwa in der Mitte des langgestreckten Verschiebebahnhofes bauen, damit die Lokomotivfahrten nach beiden Enden annähernd gleich sind. Bei seitlicher Lage darf der Schuppen nicht zu nahe an den Verschiebebahnhof herangerückt werden, um Erweiterungen der Breite nach nicht zu hindern. Bei der Lage der Schuppen zwischen den Gleisen des Verschiebebahnhofes kommt die rechteckige Grundform zur Geltung.

Es ist zweckmäſsig, wenige groſse Schuppen zu bauen, um an Beaufsichtigung und Arbeitern zu sparen.

V. Ausstattung. Nebenanlagen.

Die Beleuchtung und Heizung erfordert bei runden und rechteckigen Schuppen dieselben Mittel. Bei rechteckigen Schuppen mit Oberlicht ist die Tagesbeleuchtung wohl besser als bei ringförmigen.

Bei rechteckiger Grundform können die Wasch- und Aufenthalts-Räume und eine kleine Ausbesserungswerkstätte in die Zwischenräume zwischen den Vorbauten der Schiebebühnen gelegt werden. Diese Anbauten nehmen keinen besondern Platz weg: bei Ringform stehen die Zwickel zur Verfügung.

Die Wahl zwischen den beiden Schuppenformen beruht auf Kostenvergleich. Die Kosten hängen von der Gröſse der nötigen Grundfläche und der Bauweise der Schuppen ab. Bei gleicher Bauweise wird der groſse rechteckige Schuppen etwas billiger sein als mehrere ringförmige für dieselbe Zahl unterzubringender Lokomotiven verschiedener Länge. Jede der beiden Anordnungen hat ihre Vorteile und Annehmlichkeiten.

*) Organ 1904, Heft 12, S. 241; Glaser's Annalen 1905. 15. Dezember, Heft 12.

Die Entwickelung der Personenwagen-Beleuchtung der preufsisch-hessischen Staatseisenbahnen bis zum hängenden Gasglühlichte.

Von **Wedler**, technischem Eisenbahnsekretär in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XI.

Die Notwendigkeit, lange Bahnfahrten zum Arbeiten zu benutzen und die allgemeine Gewöhnung an sehr grofse, wenn nicht übertriebene Helligkeit, haben die Anforderungen an die Beleuchtung der Eisenbahnwagen dauernd und stark gesteigert.

Für eine gute Zugbeleuchtung kommt heute nur noch Gas oder Elektrizität in Frage, zwischen denen seit Jahren ein lebhafter Wettstreit besteht, zu dessen Entscheidung die preufsische Staatseisenbahnverwaltung die mannigfachsten Versuche angestellt und zugelassen hat. Der Vorzug der elektrischen Beleuchtung, durch Verlegung der Stromleitungen im Wageninnern Lampen für besondere Zwecke an den geeignetsten Stellen leicht anbringen zu können, ist durch die neuerdings erfolgte Ausrüstung der Saal-, Schlaf- und D-Wagen mit elektrischen Leselampen verwertet, die von den Reisenden ein- und ausgeschaltet werden können. In jedem Abteile I. und II. Klasse der D-Wagen befinden sich aufser der Gas-Deckenlampe noch vier Leselampen über den Rücklehnen mit je 6 Hefnerkerzen Lichtstärke, die zum Lesen in bequemster Lage günstig einfallendes Licht geben. Schlaf- und Saal-Wagen erhalten eine als Wand- und Tisch-Lampe eingerichtete Leselampe mit Schnur und Steckanschlufs. Stromerzeuger und Speicher für diese Leselampen hat nur der Gepäckwagen. Soviel über diese »Zusatz«-Beleuchtung.

Auf die noch im Betriebe befindlichen Züge und Einzelwagen mit vollständiger elektrischer Beleuchtung verschiedener Bauarten soll hier nicht eingegangen werden; diese Versuchsausführungen sind nicht zu weiterer Einführung in Aussicht genommen, weil die Deckenbeleuchtung durch Gaslaternen der elektrischen wirtschaftlich überlegen ist und bei zuverlässiger und stetiger Wirkung auch geringerer Pflege und Unterhaltung bedarf. Hierzu kommt der bedeutsame Fortschritt in der Herstellung haltbarer Glühkörper, der die Gasglühlichtbeleuchtung nun auch für Eisenbahnwagen lebensfähig macht.

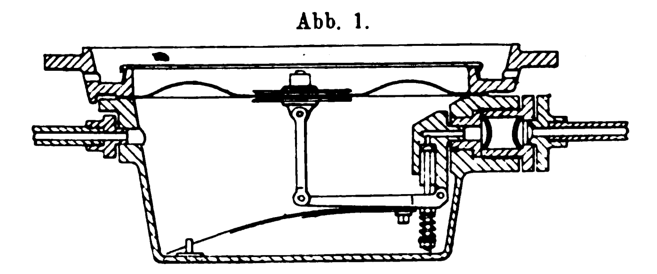
Der eingehenden Darlegung der Einrichtung und Leistungsfähigkeit dieses neuen Lichtes sollen die wesentlichen Angaben für die bisherigen Beleuchtungsarten vergleichend vorangestellt werden.

Dafs die ersten Eisenbahnwagen trotz der bessern Ausstattung der Postkutschen keine Beleuchtung hatten, ist durch den anfänglich geringen Eisenbahnnachtverkehr begründet. Später sträubten sich die Eisenbahngesellschaften so lange als möglich gegen diese Forderung, die erst 1845/6 auf Veranlassung von Allerhöchster Stelle allgemein durchdrang*). Die ursprüngliche Beleuchtung mittels Kerzen von etwa 1,2 H.K. Leuchtkraft und mit 3,4 bis 4,4 Pf/St. Kostenaufwand ist heute in besserer Ausstattung nur noch als Notbeleuchtung für Saal- und Dienstwagen in Gebrauch, sie erforderte geringe Beschaffungs- und Bedienungs-Kosten**). Später fanden hauptsächlich Rüböllampen Verwendung, für die je nach Dochtstärke mit Flachbrenner 2 bis 4 H.K. und 10 bis 20 g/St. Ölverbrauch, mit Rundbrenner 3 bis 5, bei besseren Lampen auch 6 bis 7 H.K. und 20 bis 40 g St. Ölverbrauch gerechnet werden können. Die Leuchtkraft der Lampen hing jedoch wesentlich von ihrer sorgfältigen Reinigung und Bedienung ab, die grofse, durch häufigen Bruch der Glaszylinder noch erhöhte Betriebskosten erforderte. Zudem war die Arbeit der Instandhaltung der Lampen unreinlich und unbequem. Bei der erforderlichen gröfsern Zahl von Lampenputzern sind die Kosten auf mindestens 4 bis 5 Pf/St. zu veranschlagen*). Dieselben Nachteile hafteten den weniger benutzten, wegen ihrer Feuergefährlichkeit in Preufsen für Wagenbeleuchtung verbotenen Petroleumlampen an. Dem leichten Einfrieren des Rüböles wurde vielfach durch einen geringen Zusatz von Petroleum begegnet.

Gegen diese Beleuchtungsarten stellte die Einführung der Gasbeleuchtung durch gröfsere Helligkeit, Zuverlässigkeit, stete Bereitschaft, gröfsere Reinlichkeit und einfache Bedienung einen ganz erheblichen Fortschritt dar.

Das verwendete Fettgas verliert bei der Zusammendrückung nur sehr wenig an Lichtergiebigkeit und konnte daher für etwa 24 Brennstunden in ausreichender Menge mit 6 at Überdruck unter jedem Wagen mitgeführt werden, nachdem der bisher unveränderte Gasdruckregler (Textabb. 1) eine zweckmäfsige Ausbildung erfahren hatte.

Abb. 1.



Das gufseiserne Reglergehäuse ist oben durch eine Biegehaut abgeschlossen, die von dem, aus den Gasbehältern eintretenden Prefsgase gehoben wird und ein Ventil betätigt, das den Gaszuflufs beim Wachsen des Druckes vermindert, beim Nachlassen vermehrt. Der so unveränderlich erhaltene Druck entspricht je nach der Flammenzahl 25 bis 55 mm Wassersäule und ist leicht einstellbar. Als erste hat die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn 1870 die Fettgasbeleuchtung versuchsweise eingeführt, die sehr bald auch auf anderen Bahnen weite Verbreitung fand. Gröfsere Einheitlichkeit der Wagenbeleuchtung kam jedoch erst nach der Verstaatlichung der Eisenbahnen in Preufsen 1880 bis 1884 zur Durchführung. Die Laterne erhielt, wie heute, einen Zweilochbrenner aus Speckstein, für die höheren Klassen mit etwas gröfserm Gas-

*) Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1906. S. 326.

**) Obige Durchschnittskosten gelten einschliefslich Verzinsung und Abschreibung der Kosten für Beschaffung, für Unterhaltung, Bedienung und Reinigung der Laternen, sowie für Beschaffung der Kerzen.

*) Ebenfalls einschliefslich Verzinsung und Abschreibung, Unterhaltung, Bedienung und Reinigung, für Öl, Docht und Zylinder. Nicht berücksichtigt ist die häufigere Erneuerung der Polsterbezüge und Wandbekleidung wegen Beschmutzens durch Öl.

verbrauche, um die Lichtdämpfung durch die Plüschbezüge der Sitze und Wände auszugleichen. Die seit 1896 beschafften vierachsigen Abteilwagen für Schnellzüge haben in Abteilen I. Klasse Dreibrenner-, in II. Klasse Zweibrenner-Laternen erhalten, diese Verbesserung ist vor einigen Jahren auf die I. und II. Klasse aller Personenwagen ausgedehnt. Messungen der Flamme in gewöhnlichen Laternen bei Verwendung von Fettgas mittlerer Güte hatten folgendes Ergebnis.

Zusammenstellung I.

Brenner		Nr. 40 halbe Lichtstärke für Nebenräume	Nr. 40 für III/IV. Klasse	Nr. 50 für II. Klasse	Nr. 60 für I. Klasse	2 Brenner Nr. 40 für II. Klasse	3 Brenner Nr. 40 für I. Klasse
Gasverbrauch l/St. für 1 Laterne		15	25	27,5	30	40	50
Lichtstärke H.K.		4	7,3	8,3	9,4	13	18
Gasverbrauch l/St. für 1 H.K.		3,75	3.42	3.31	3,2	3,07	2,8
Gaskosten*) in Pf. für	100 H.K.St.	12	10,9	10,6	10,2	9,8	9
	1 Lampenbrennstunde	0,48	0,8	0,88	0,96	1,28	1,6

Bei den im Jahre 1892 eingeführten D-Zügen und Schlaf-, Saal- und Dienst-Wagen wurde dem wachsenden Lichtbedürfnisse entsprechend eine bedeutende Verbesserung der Gasbeleuchtung durch mehrflammige »Intensiv«-Laternen erzielt. In diesen Laternen wird die Verbrennungsluft an dem mit Rippen versehenen untern Laterneneinsatze stark vorgewärmt, und dadurch die Lichtwirkung erheblich verstärkt, wie Zusammenstellung II erkennen läfst, die auf Ermittelungen der Eisenbahndirektion Berlin aus dem Jahre 1896 fufst.

Zusammenstellung II.

Brenner		1 für Nebenräume	2 Nr. 40 für II. Klasse	3 Nr. 40 für I. Klasse
Gasverbrauch l/St. für 1 Laterne		20	42.5	60
Lichtstärke H.K.		9.5	22	32
Gasverbrauch l/St. für 1 H.K.		2.1	1.9	1.87
Gaskosten*) in Pf. für	100 H.K.St.	6.7	6,1	6
	1 Lampenbrennstunde	0.64	1.36	1.92

*) 1 cbm Fettgas kostete im Rechnungsjahre 1896 = 31. 1897 = 29.77. 1898 = 34,51. im Mittel = 32 Pf. Dieser Preis schliefst 10 % Verzinsung und Abschreibung des Anlagewertes der Gasanstalten ein. Nicht berücksichtigt sind: Abschreibung und Unterhaltung der Gaseinrichtungen an den Personenwagen, der Gasbeförderungswagen und der Gasleitungen zu den Füllständern, Verzinsung der hierfür aufgewendeten Kosten. Nach „Glasers Annalen“ 1898, S. 226 betrugen diese Kosten für 1 cbm verbrauchten Gases im Jahre 1898 durchschnittlich 28.4 Pf. Sie ändern sich mit dem Jahresgasverbrauche und dem Werte der vorhandenen Gaseinrichtungen.

Für die grofse Anzahl vorhandener gewöhnlicher Wagen wurde ohne Ersatz oder kostspielige Änderung ihrer Laternen eine Lichtverbesserung auf anderm Wege gesucht. Dies war um so nötiger, als die Gasbeleuchtung bei allmäliger Verschlechterung der inländischen Gasöle minderwertiger geworden war.

Die ersten im Jahre 1894 angestellten Versuche, das damals allgemeiner in Gebrauch gekommene Steinkohlengasglühlicht für die Fettgasbeleuchtung der Eisenbahnwagen nutzbar zu machen, hatten zunächst keinen Erfolg. Bald darauf gelang die Herstellung von Kalziumkarbid und Azetylen, dessen herrliches weifses Licht Versuche veranlafste, wie dies Licht für die Wagenbeleuchtung heranzuziehen sei, trotzdem reines Azetylen unter Druck wegen seiner grofsen Explosionsgefahr hierfür nicht in Frage kommen konnte. Diese sorgfältig durchgeführten Versuche zeigten, dafs dem Fettgase ohne Zunahme der Gefährlichkeit bis zu 30 % Azetylen zugemischt und dadurch die Leuchtkraft um mehr als das doppelte gesteigert werden konnte. Das günstigste Mischungsverhältnis ist 75 % Fettgas und 25 % Azetylen. Nach Anfügung von Azetylengasanstalten an die vorhandenen Fettgasanstalten wurde die Mischgasbeleuchtung im Jahre 1898/99 allgemein eingeführt. Die gewöhnlichen Gaslaternen bedurften für Mischgas keiner Änderung, während die für schwachleuchtendes Gas vorzüglichen »Intensiv«-Laternen beim Verbrennen von Mischgas zu starker Rufsbildung neigten, und deshalb durch Herausnahme der Vorwärmeeinrichtung in gewöhnliche Laternen umgeändert werden mufsten. Die Messung der Lichtstärke der Mischgasbeleuchtung im Jahre 1898 ergab folgende Werte, wobei Mischgas 75 : 25 mit einem Drucke von 37 mm Wassersäule benutzt wurde.

Zusammenstellung III.

Brenner		Nr. 40 halbe Lichtstärke für Nebenräume	Nr. 40 für III/IV. Klasse	Nr. 50 für II. Klasse	Nr. 60 für I. Klasse	2 Brenner Nr. 40 für II. Klasse	3 Brenner Nr. 40 für I. Klasse
Gasverbrauch l/St. für 1 Laterne		15	25	27.5	30	42.5	55
Lichtstärke H.K.		7,5	14	16	18	25	32
Gasverbrauch l/St. für 1 H.K.		2	1.8	1,7	1.66	1,7	1.7
Gaskosten*) in Pf. für	100 H.K.St.	12,2	11.0	10.4	10,1	10,4	10.4
	1 Lampenbrennstunde	0,92	1,53	1,68	1,83	2,59	3,36

Die weitere Beobachtung zeigte, dafs auch die Brenner Nr. 50 und 60 bei Mischgas leicht verrufsten: dies führte zu einer Nachprüfung und geringen Änderungen der Brenner überhaupt, wobei die heutigen Bezeichnungen Nr. 15, 30 und 40 gewählt wurden. Brenner Nr. 15 dient für Nebenräume, Seiten-

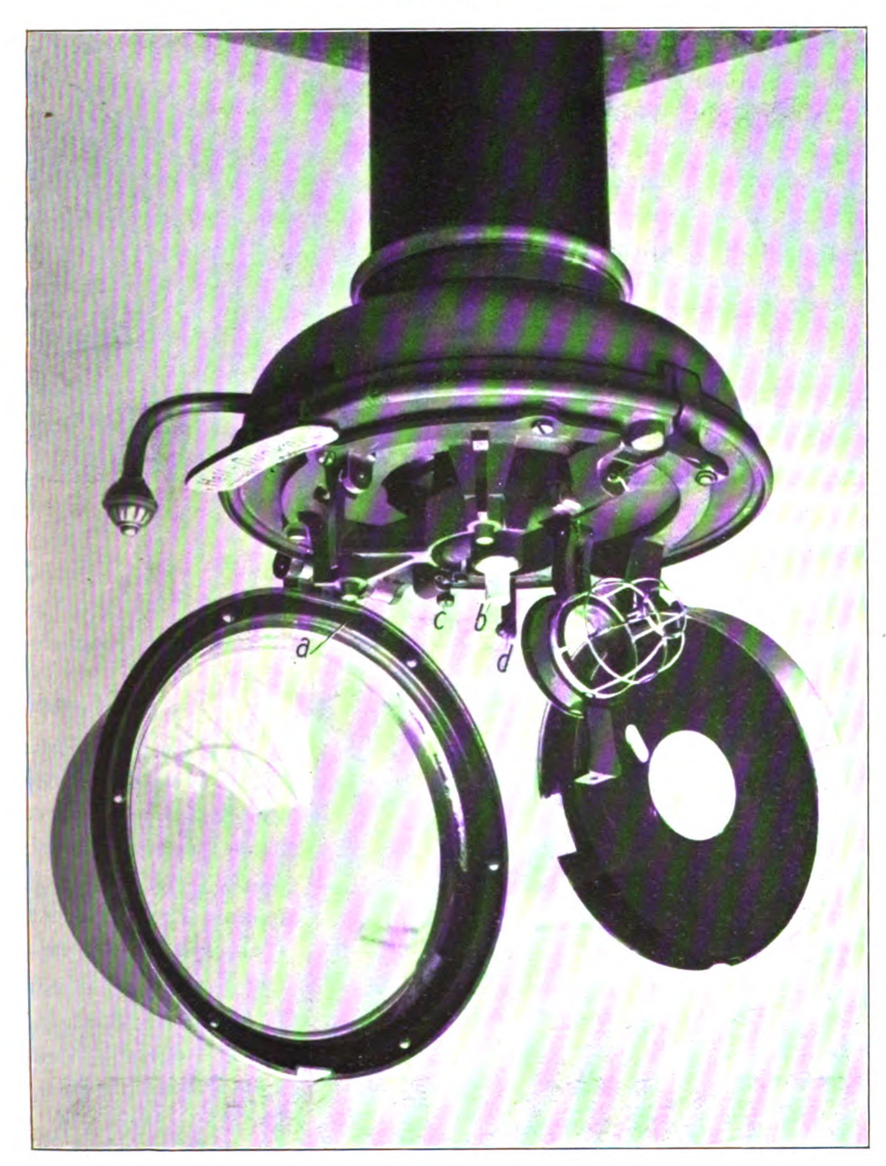
*) 1 cbm Mischgas kostete unter der oben angegebenen Berechnungsweise im Rechnungsjahre 1898: 54, 1899: 60, 1900: 64,52, 1901: 62,98, im Mittel: 61 Pf.

gänge und Endbühnen gewöhnlicher Wagen, Nr. 30 für mehrflammige Laternen in I. und II. Klasse aller Wagen, Nr. 40 für alle übrigen einflammigen Laternen. Schliefslich hat noch der früher gewölbte Scheinwerfer hohle Gestalt erhalten, die bessere Lichtverteilung im Raume bewirkt; denselben Zweck verfolgt die vor einigen Jahren eingeführte Anordnung von zwei getrennten einflammigen Seitendeckenlaternen in den Abteilen I. und II. Klasse der vierachsigen Abteilwagen, deren Vorzüge gegenüber einer zwei- oder dreiflammigen Mittellaterne nicht unbestritten sind. Die heutigen Gaslaternen haben für Abteile I. bis III. Klasse ferner herabziehbare Blenden und Dunkelstellvorrichtung; in den Aborten aller neueren Wagen und in allen Räumen der D-Zug- und Schlaf-Wagen sind die Laternen mit Luftsaugern verbunden. Zur Erzielung gröfstmöglicher Helligkeit in Lesehöhe, die von der Lichtstärke und von der Höhenlage der Flammen abhängt, ist letztere seit etwa 20 Jahren so niedrig, wie ohne Behinderung des Verkehres möglich einheitlich ausgeführt; die Laternenlänge ist so bemessen, dafs die Unterkante der Glasglocke 1960 mm über dem Fufsboden liegt. Nur Schlafwagenabteile erhalten verkürzte Laternen, damit diese beim Besteigen der oberen Schlaflager nicht hindern.

Inzwischen haben die Anstrengungen, brauchbares Gasglühlicht für Eisenbahnwagen durch Herstellung haltbarer Glühkörper zu erreichen, nicht geruht und in der Neuzeit zum Ziele geführt. Die preufsische Staatseisenbahnverwaltung hat einige fahrplanmäfsige Personenzüge versuchsweise mit hängendem Gasglühlichte ausgerüstet, nachdem Vorversuche und die probeweise Einrichtung von Einzelwagen zu der Erwartung berechtigten, dafs die heute hergestellten Glühkörper den Erschütterungen im Eisenbahnbetriebe längere Zeit widerstehen werden. Diese Erwartung ist nun während der ausgedehnten Versuche im Zugdienste bestätigt. Daher ist sowohl die Ausrüstung aller neuen Personenwagen mit hängendem Gasglühlichte beabsichtigt, als auch die baldige allgemeine Einrichtung der vorhandenen Personenwagen in Aussicht genommen.

Dem von anderen Eisenbahnverwaltungen eingeführten stehenden Gasglühlichte gegenüber hat das hängende neben der zweifellos gefälligern Erscheinung den Vorzug gröfserer Helligkeit*) und gleichmäfsigerer Lichtverteilung durch Wegfall des Brennerarmes und seines Schattens nach unten. Gegen diese Vorzüge verschwindet die von anderer Seite beobachtete, etwas gröfsere Lebensdauer stehender Glühkörper, die sich dadurch erklärt, dafs die heifseste Stelle der Flamme in der Nähe des Gasaustrittes am Brenner liegt und hier am frühesten die teilweise Zerstörung des Glühkörpers eintritt; beim stehenden Lichte wird hierdurch die Lage und das Weiterglühen des obern Glühkörperteiles nicht gestört, und eine etwas verminderte Leuchtkraft fällt nicht besonders auf; beim hängenden Lichte hat aber die Zerstörung dieser Stelle, an der der Glühkörper gehalten wird, dessen Abfallen zur Folge. Diesem Übelstande wird bei der preufsischen Glühlichtlaterne (Abb. 1 bis 3, Taf. XI) dadurch begegnet, dafs ein Schutzkorb aus schwachem Drahte den Glühkörper umgibt und ihn bei etwaigem Herabfallen während der Fahrt auffängt, worauf er noch mehrere Tage genügend helles Licht gibt. Der Schutzkorb verhindert auch unbeabsichtigtes Berühren und Beschädigen des Glühkörpers beim Reinigen der Glasglocken und der Scheinwerfer, sowie beim Einsetzen von Ersatzglühkörpern, die mit Haltering und Schutzkorb vereinigt im Zuge mitgeführt und unverändert in die Laternen gebracht werden, was in Durchgangszügen sofort während der Fahrt, in Abteilwagen beim nächsten Aufenthalte in wenigen Sekunden geschehen kann. Vielleicht kann der Schutzkorb bei weiterer Steigerung der Haltbarkeit der Glühkörper demnächst wegfallen.

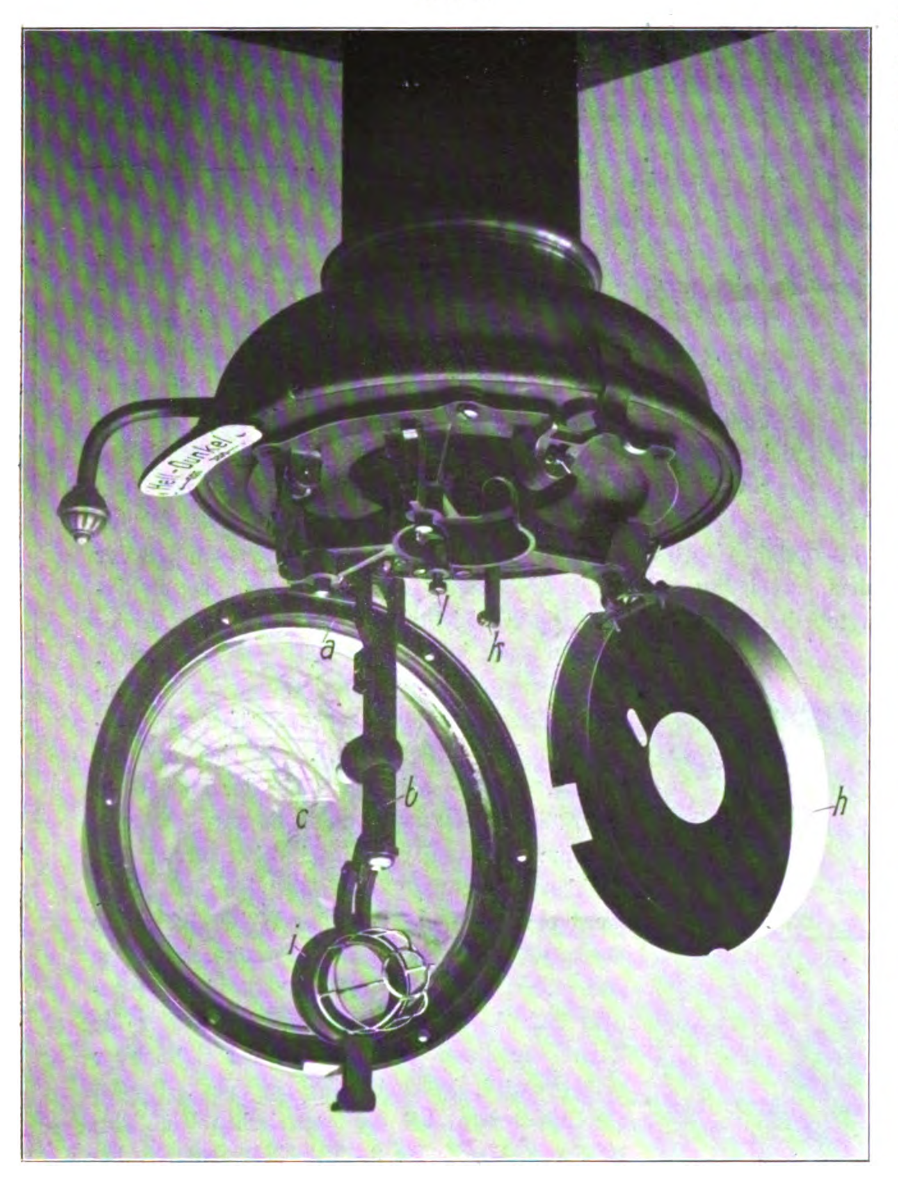
Abb. 2.*)



*) In Übereinstimmung mit den übrigen Abbildungen ist b in e, c in l und d in k abzuändern.

*) Nach dem „Organ“ 5. Heft, 1906, S. 104 ergab auf der französischen Westbahn hängendes Licht 30 Kerzen, stehendes Licht 20 Kerzen bei gleichem Gasverbrauche und gleichem Drucke.

Abb. 3.



Die Laternen haben die bei Gasglühlicht üblichen Teile (Textabb. 2 bis 5).*) Aus der Düse a tritt das mit einem Überdrucke von 150 mm Wassersäule zugeführte Gas nach Vermischung mit Luft in das Mischrohr b und durch das anschliefsende Brennermundstück c in

Abb. 4.

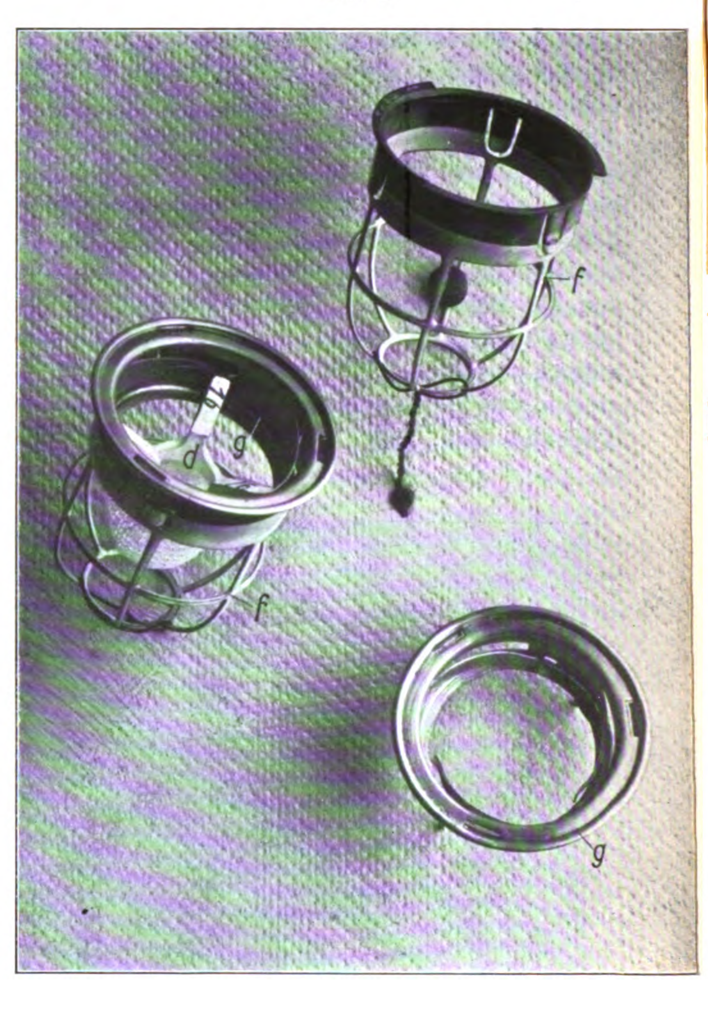
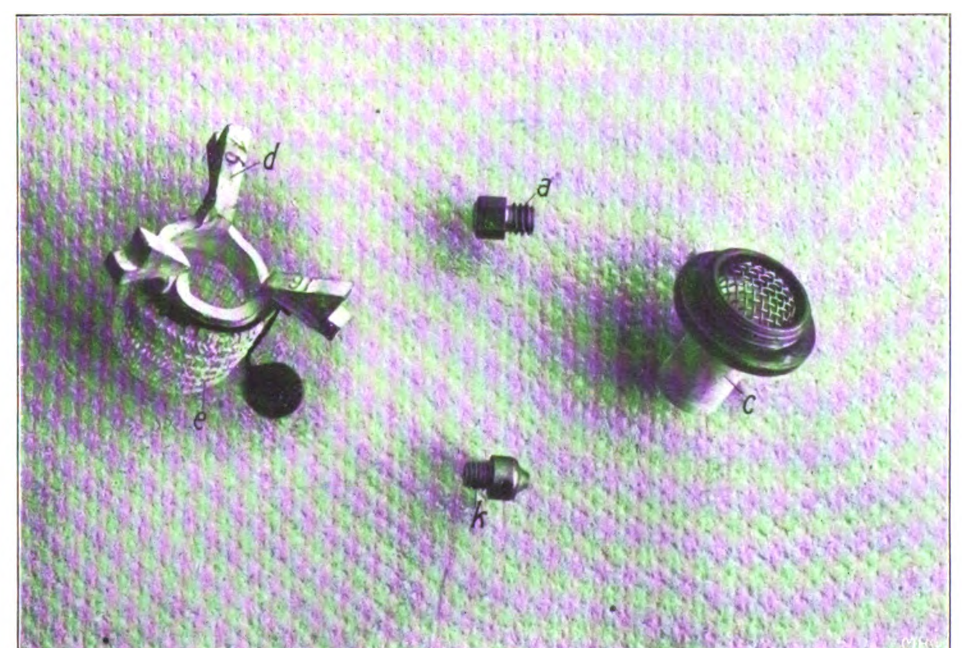


Abb. 5.



*) In den Textabbildungen 4 und 5 stellt die schwarze Kreisfläche ein Bleisiegel dar, das ebenso wie die anschliefsende Schnur nur zum Festhalten des Schutzkorbes bezw. Glühkörpers gedient hat.

den an einem Magnesiaringe d aufgehängten Glühkörper e von der Gröfse einer kleinen Walnufs. Im obern Teile des Schutzkorbes f sitzt ein Haltering g, auf dessen unterm Rande der dreiarmige Magnesiaring des Glühkörpers ruht und von Klemmfedern gehalten wird. Nach Öffnen der Glasglocke können Scheinwerfer h, Glühkörperträger i und Mischrohr b herausgeklappt oder sonst in einfachster Weise herausgenommen werden, sodafs alle Teile leicht zugänglich und zu reinigen sind. Eine zweite Gasleitung in der Laterne speist die Zündflamme k, die seitlich vom Glühkörper brennt, durch Stellschraube l geregelt und bei sich bietender Gelegenheit vor Beginn des Lichtbedarfes angezündet wird. Hinter dem bisherigen Haupthahne zweigt die neue, zu den einzelnen Laternen führende Zündleitung ab; der bisherige Dunkelstellhahn, Tunnelhahn, wird so eingerichtet, dafs er im geschlossenen Zustande die Hauptgasleitung ganz absperrt; im folgenden wird dieser geänderte Hahn »Wechselhahn« genannt. Bei eintretender Dunkelheit und brennenden Zündflammen wird nur der Wechselhahn jedes Wagens geöffnet, um den Zug zu erleuchten. Die beibehaltene Dunkelstellvorrichtung an jeder einzelnen Abteillaterne gestattet den Reisenden, das Glühlicht ab- oder wieder herzustellen. Die Zündflamme brennt nach Abstellen des Glühlichtes weiter und gibt noch fast soviel Licht, wie die bisherige kleingestellte Gasflamme. Vom Wagendache dürfen Glühlichtlaternen nicht angezündet werden, weil der höhere Gasdruck die Knallgasbildung beschleunigt und daher leichter Explosionen in der Laterne entstehen können. Dies wird durch das Anzünden nur der Zündflammen lediglich von unten vermieden. Zur sichern Durchführung dieser Mafsregel erhalten neue Laternen feste Schornsteinkappen auf dem Dache. Bei vorhandenen Laternen wird die Umlegbarkeit in geeigneter Weise, etwa durch Kupferdraht mit Bleisiegel, aufgehoben. Die Vereinigung der Laternen mit Luftsaugern für D-Zugwagen und Aborte wird in keiner Weise behindert. Neben der guten und haltbaren Herstellung der Glühkörper ist ihre vorsichtige und zweckmäfsige Behandlung durch die Bediensteten ein Haupterfordernis für den Erfolg. Von erheblichem Einflusse ist ferner die Art des verwendeten Gases. Vergleichende Versuche haben erwiesen, dafs reines Fettgas und Mischgas mit geringem 10 % nicht übersteigendem Azetylengehalte die Glühkörper erheblich weniger angreift, als das übliche Mischgas mit 25 % Azetylenzusatz. Bei diesem erfolgt die schnellere Zerstörung nicht allein durch die höhere Flammenwärme, sondern auch wegen der Verunreinigung des Azetylens durch Phosphor- und Kiesel-Säure. Es sind noch Versuche im Werke, dem Azetylen vor der Vermischung mit Fettgas diese Bestandteile nach dem »bayerischen Reinigungsverfahren« zu entziehen. Ferner kann das hin und wieder vorgekommene Verrufsen der Düsen, Mischrohre, Brennermundstücke und Zündflammenbrenner und das Verblaken von Scheinwerfern hauptsächlich dem Azetylen zugeschrieben werden. Nach allgemeiner Einführung des Glühlichtes wird daher zweckmäfsig nur reines Fettgas benutzt werden, zumal die damit erzielte Helligkeit nur wenig geringer ist als bei Mischgasglühlicht, wie durch Zusammenstellung IV von Lichtmefsergebnissen dargetan wird. Hierbei ist aufser den beiden versuchsweise im Betriebe eingeführten Glühkörpergröfsen I und II noch eine dritte III erprobt, die jedoch für den verhältnismäfsig kleinen Raum eines Abteiles eine bei den heutigen Ansprüchen fast belästigende Helligkeit gibt. Mit ihr kann aber etwa steigenden Ansprüchen entsprochen werden.

Zusammenstellung IV.

	Bisherige Mischgasbeleuchtung					Neue Gasglühlichtbeleuchtung mit								
	75 % Fettgas, 25 „ Azetylen, 1 cbm = 61 Pf.					Fettgas, 1 cbm = 32 Pf.			Mischgas 90 % Fettgas, 10 „ Azetylen, 1 cbm = 43.6 Pf.			Mischgas 75 % Fettgas, 25 „ Azetylen, 1 cbm = 61 Pf.		
	1 Brenner			2 Brenner	3 Brenner	Glühkörpergröfse			Glühkörpergröfse			Glühkörpergröfse		
	Nr. 15	Nr. 30	Nr. 40	Nr. 30	Nr. 30	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Gasverbrauch l/St. für 1 Laterne	15	25	27	42,5	55	18	26	33,5	18	26	33,5	18	26	33,5
Lichtstärke H.K.	5,5	12.5	13,8	21,5	27,6	43.3	59,2	74,5	46,2	66,3	84,3	51,5	76,2	97.9
Gasverbrauch l/St. für 1 H.K.	2,73	2.00	1,95	1,98	1,99	0,42	0,44	0,45	0,39	0.39	0,39	0.35	0.34	0,34
Gaskosten in Pf. für 100 H.K.St.	16,65	12,2	11.9	12.08	12,14	1,34	1,41	1,44	1.7	1,7	1,7	2.14	2,08	2,08
Gaskosten in Pf. für 1 Lampenbrennstunde	0,92	1,53	1.65	2,59	3,36	0,58	0,83	1,07	0,78	1,13	1,46	1,1	1.59	2,05

Diese Übersicht zeigt, dafs Fettgasglühlicht bei gleichem Gasverbrauche etwa die fünffache Lichtmenge des frei brennenden Mischgases liefert und seine Gaskosten für die Lichteinheit ohne Berücksichtigung des Glühkörperverbrauches noch nicht den achten Teil betragen. Reines Fettgasglühlicht ist bei nur wenig geringerer Helligkeit ohne Berücksichtigung des geringern Verbrauches an Glühkörpern schon erheblich billiger, als Mischgasglühlicht.

Bei den einzelnen Versuchszügen ist die durchschnittliche Benutzungsdauer eines Glühkörpers recht verschieden gewesen. In einem Berliner Vorortzuge auf der Wannseebahn sind an 118 Betriebstagen für 44 Laternen mit je 5 Stunden 56 Mi-



nuten durchschnittlicher täglicher Brennzeit nur 81 Glühkörper verbraucht und ersetzt worden; es entfallen hier also auf einen Glühkörper durchschnittlich 64 Betriebstage mit 380 Lampenbrennstunden bei Verwendung gewöhnlichen Mischgases. In einem Schnellzuge Berlin-Kattowitz kommen, ebenfalls bei Mischgas, nicht ganz 200, im Berliner Stadtbahnverkehre noch nicht 100 Brennstunden bei Mischgas und 134 Brennstunden bei Fettgas durchschnittlich auf einen Glühkörper. Ob im letzten Falle eine äufsere Einwirkung durch Reisende vorliegt, konnte nicht festgestellt werden. Eine Abnahme des Glühkörperverbrauches nach Mafsgabe der Gewöhnung der Reisenden und der mit der Reinigung und Bedienung der Laternen betrauten Bediensteten kann erwartet werden, ebenso eine Herabminderung der Kosten für die Glühkörper selbst. Gegenwärtig kostet ein Glühkörper mit Magnesiaring 35 Pf.

Dem vorhandenen starken Lichtbedürfnisse wird hiernach durch das hängende Gasglühlicht reichlich genügt. Trotz der bedeutenden Lichtzunahme tritt aber gegenüber der bisherigen Mischgasbeleuchtung ein wesentlich geringerer Gasverbrauch ein. Da jetzt die Abteile I. Klasse dreiflammige, II. Klasse zweiflammige Laternen mit Brenner Nr. 30, die Abteile III. und IV. Klasse einflammige Laternen mit Brenner Nr. 40 haben, beträgt die Ersparnis an Gas mehr als 30 %. Bei späterm Wegfallen des Azetylenzusatzes, von dem 1 cbm 1,48 M kostet, ermäfsigen sich die Kosten des verbrauchten Gases um weitere 47 % von 61 auf 32 Pf./cbm. Wird Glühkörpergröfse II für Abteile I. und II. Klasse, Gröfse I für Abteile III. und IV. Klasse verwendet und für jede Lampenbrennstunde ein Glühkörperverbrauch von 0,2 Pf., die durchschnittliche Lebensdauer eines Glühkörpers also nur zu 175 Brennstunden gerechnet, so wird das Fettgasglühlicht in I. Klasse bei mehr als doppelter Helligkeit noch nicht 33 %, in II. Klasse bei fast dreifacher Helligkeit nur 40 %, in III. und IV. Klasse bei mehr als dreifacher Helligkeit noch nicht 50 % der bisherigen Kosten erfordern. Diesen dauernden Ersparnissen steht nur die einmalige Ausgabe für die Umänderung der vorhandenen Laternen gegenüber, die sich auf einige Jahre verteilt. Nur in geringem Umfange werden ältere kurze Laternen mit fester Glasglocke durch neue Laternen zu ersetzen sein, soweit die Umänderung nicht lohnt. Dafs die vorhandenen Gaseinrichtungen der Personenwagen, die Fettgasanstalten, Füllständer und Fülleitungen, sowie die Gasbeförderungswagen benutzbar bleiben, sichert dem Gasglühlichte seine unübertreffliche Sparsamkeit gegenüber anderen Beleuchtungsarten, die jenes auch an Lichtstärke um so weniger erreichen können, als diese durch Vergröfserung der Glühkörper noch beträchtlich erhöht werden kann.

Zahn- und Reibungs-Lokomotive Nr. 6000.

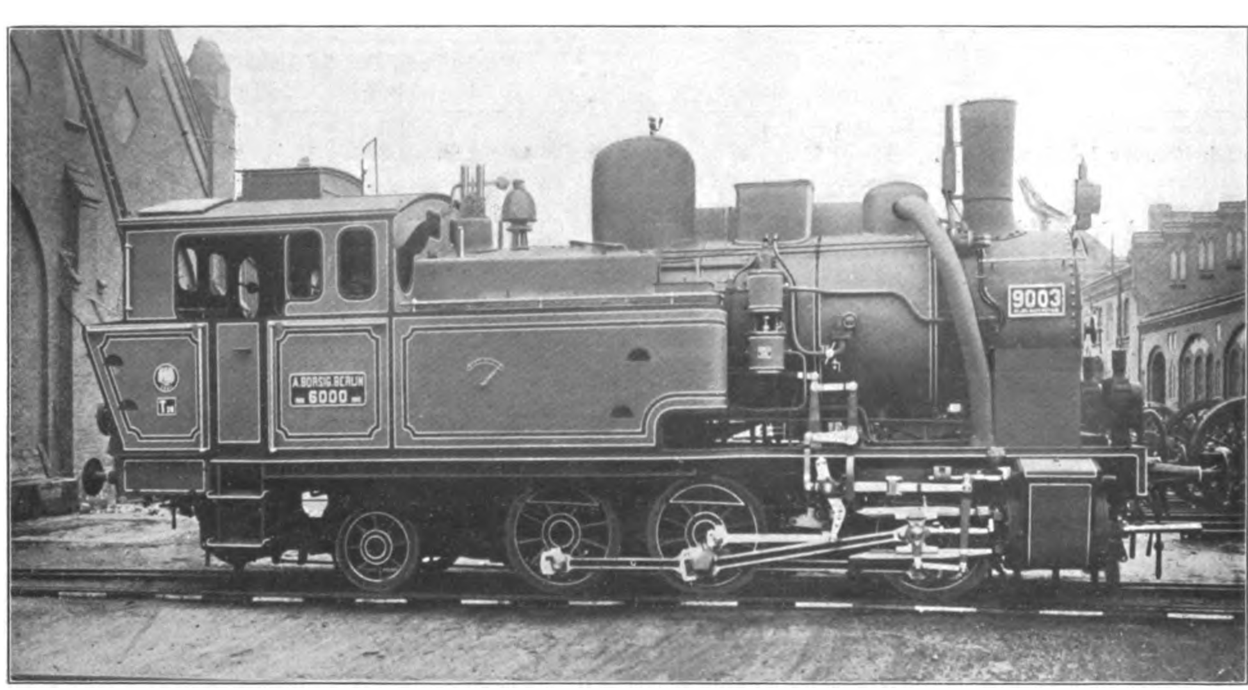
Von **A. Borsig**, Berlin.

Die 6000. Lokomotive der Bauanstalt A. Borsig, Berlin (Textabb. 1) ist am 6. November 1906 fertig geworden; sie ist von der Eisenbahndirektion Saarbrücken für den gemischten Dienst im Eifelgebiete auf Strecken mit Steigungen bis 60 ‰ für die Bahn Boppard-Simmern bestellt. Zwei aufserhalb des Rahmens liegende Zylinder treiben die drei gekuppelten Reibungsachsen, zwei weitere unter der Rauchkammer liegende Zylinder zwei gekuppelte Zahnachsen.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind folgende:

	Zahnrad.	Reibung.
Zylinder-Durchmesser	420 mm	470 mm
Kolbenhub	450 «	500 «
Triebraddurchmesser	688 «	1080 «
Fester Achsstand	930 «	3250 «
Ganzer Achsstand		5050 «
Dampfüberdruck	12 at	

Abb. 1.



	Zahnrad.	Reibung.
Wasserberührte Heizfläche	141 qm	
Rostfläche	2,1 qm	
Zugkraft	8,4 t	7,3 t
Leergewicht	46,65 t	
Dienstgewicht	58,45 «	
Reibungsgewicht	43,86 «	
Inhalt des Wasserkastens	4,8 cbm	
Inhalt des Kohlenraumes	1,5 «	
Spur	1435 mm	

Die Lokomotive wurde bereits mehrfach für die Eisenbahndirektion Saarbrücken und Erfurt, für letztere zum Betriebe der Bahn Ilmenau-Schleusingen im Thüringerwalde geliefert.

Zahnlokomotiven sind in den letzten Jahren von der Bauanstalt A. Borsig auch für Portugal und überseeische Länder, besonders für die in den chilenischen und argentinischen Anden befindlichen Bahnen entworfen und ausgeführt, ein erfreulicher Beweis für den Unternehmungsgeist und die rege Tätigkeit dieser ältesten der deutschen Lokomotiv-Bauanstalten.

Während der Herstellung des fünften Tausends bis zum Jahre 1902 sind 16 Jahre verflossen, während das sechste Tausend in vier Jahren gebaut wurde. Wie nach der Erbauung von nahezu 400 Lokomotiven im letzten Jahre zu schliefsen ist, wird die Feier der 7000sten in kaum drei Jahren stattfinden.

Nachruf.

Adolf Goering †.

Das Ende des verflossenen Jahres hat dem Eisenbahnwesen einen schweren Verlust gebracht. Der Geheime Regierungsrat, Professor Adolf Goering, der allverehrte Lehrer an der Technischen Hochschule zu Berlin wurde am 5. Dezember 1906 durch einen Herzschlag mitten aus einem arbeitsvollen, segensreichen Leben hinweggerafft.

Geboren am 17. April 1841 in Lüchow, Hannover, als Sohn des Amtsrichters und Landrates Goering, besuchte er das evangelische Gymnasium zu Hildesheim und bezog 1858 das Polytechnikum in Hannover. Nach Ablegung der Staatsprüfung begann er seine technische Fähigkeit im Frühjahre 1864 zunächst mit Eisenbahnvorarbeiten und Bauausführungen. Dann wurde er von der Königlichen Eisenbahndirektion zu Hannover und der Direktion der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu Berlin beschäftigt. Im Juni 1871 bestand er die Baumeisterprüfung im Land- und Wasserbaufache mit solchem Erfolge, dafs ihm eine Reiseprämie verliehen wurde.

Er trat nun in den Dienst der Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn, fand dort bei Bauausführungen und Vorarbeiten eine vielseitige Beschäftigung und sammelte dabei reiche Erfahrungen. Im Jahre 1876 unternahm er eine halbjährige Studienreise nach der Schweiz, Italien, Österreich, und war dann kurze Zeit bei der Köln-Mindener Eisenbahn im Betriebsdienste tätig.

Am 1. Oktober 1877 wurde er als Dozent an die Bauakademie zu Berlin berufen; ein halbes Jahr später erfolgte seine Ernennung zum etatsmäfsigen Professor. Seitdem hat er ununterbrochen fast 30 Jahre lang als Lehrer erst an der Bauakademie, dann an der Technischen Hochschule zu Berlin gewirkt.

Seine Vorträge behandelten die wichtigsten Gebiete des Eisenbahnbaues. Eingehend erörterte er die Vorarbeiten, Erdarbeiten, den Tunnelbau, den Oberbau. Geschaffen hat er die theoretische Betrachtung der Bahnhofsanlagen. Grade die Behandlung dieses Gegenstandes ist bezeichnend für seine Lehrweise. Von dem einfachen Beispiele einer Zwischenstation ausgehend, dehnte er die Untersuchungen auf die verwickelten Fälle der Trennungs- und Kreuzungs-Bahnhöfe aus. Durch Einführung einheitlicher Bezeichnungen, durch eine mustergültige zeichnerische Darstellung wufste er es einzurichten, dafs aus dem Gewirr der Gleise und Weichenstrafsen das Bild des Grundgedankens klar und deutlich in die Erscheinung trat und die verwickeltsten Verhältnisse sich mit einem Schlage übersehen liefsen. Schon früh verfocht er die Einführung des Richtungsbetriebes und die Beseitigung von Hauptgleiskreuzungen in Schienenhöhe. Lange galten diese Grundsätze als »graue Theorie«. Heute sind sie das A und O in der Kunst der Gleisgestaltung.

Wir müssen uns versagen, auf den Inhalt seiner Vorträge einzugehen. Ihnen allen gemeinsam war eine knappe aber erschöpfende Behandlung des Gegenstandes. Bei strittigen Fragen hob er die Vorzüge und die Nachteile mit bewundernswerter Sachlichkeit hervor und wog sie gerecht gegen einander ab. In seinen Darlegungen findet man keine kleinliche Zerfaserung fremder Lehren, die die Sicherheit des Urteiles lähmt, kein unduldsames Verdammen oder überschwengliches Loben, kein gekünsteltes Lehrgebäude, keine Empfehlung alleinseligmachender Regeln, sondern klares Erforschen der Zwecke und urteilstärkende Erörterung der Mittel zu ihrer Erreichung, kurzum ein Verfahren, das dem Lernenden alle Aufgaben vorführt, aber ihn auch befähigt, aus eigener Kraft, mit eigenem Urteile an ihre Lösung heranzugehen.

Eine solche Behandlung des Stoffes kann nur die Frucht sorgfältiger Forschung sein; in der Tat hat Goering einen grofsen Teil seiner freien Zeit auf die Ausarbeitung und Vervollkommnung seiner Vorträge verwandt. Er hatte den Stoff streng und durchsichtig eingeteilt, und trug ihn nach einem klaren Plane vor. Er sprach streng sachlich, aber lebhaft und deutlich. Er sagte das Wichtigste so langsam, dafs die Hörer es bequem niederschreiben konnten. Die Skizzen, die er anzeichnete, waren stets von vollendeter Klarheit. Er legte nicht nur Wert darauf, dafs die einzelnen Bilder sauber und deutlich wurden, sondern suchte auch die Erscheinung der ganzen Tafel ansprechend zu gestalten. Sein Geist der Genauigkeit und Ordnung übertrug sich unwillkürlich auf seine Hörer und ihre Hefte, und viele haben im spätern Leben mit Nutzen auf die

Goering'schen Vorlesungen zurückgegriffen, deren Wert reichliche Quellenangaben erhöhten.

Auch zu den Übungen beim Entwerfen von Bahnhöfen oder Bahnlinien widmete er seinen Schülern alle Kraft. Überall suchte er sich durch eindringende Fragen vom Verständnisse zu überzeugen; er sah es gern, wenn der Einzelne selbständig beim Entwerfen vorging. Streng hielt er auf eine ordentliche und sorgfältige Darstellung und duldete keine unsaubere oder ungenaue Arbeit.

Stets war er bemüht, seinen Hörern das, was er vorgetragen hatte, auch zur lebendigen Anschauung zu bringen. Er veranstaltete deshalb oft wissenschaftliche Ausflüge, sogar bis nach England. So hat er noch im letzten Jahre mit seinen Hörern einen Ausflug nach der Schweiz unternommen und sich an ihrer Begeisterung und ihrem Interesse erfreut.

Aber es genügte ihm nicht, seinen Schülern ein guter Lehrer zu sein, sondern er wollte ihnen auch menschlich näher treten. So versammelte er sie, besonders in früheren Jahren, nicht nur im Hörsaale und am Zeichentische, sondern auch gern beim Glase Bier um sich, und ging dabei auf ihre Gedankenkreise mit Liebe und Verständnis ein; noch mancher seiner Hörer aus älterer Zeit erzählt heute mit Begeisterung von den schönen »Goering-Abenden«.

Wer sich um Rat an Goering wandte, fand nie ein taubes Ohr. Aber er sorgte dafür, dafs niemand merkte, wenn er etwas Gutes tat und so ist von dem, was er anderen erwiesen, nur wenig in die Öffentlichkeit gedrungen.

Unablässig bestrebt, in der Erkenntnis fortzuschreiten und seine Erfahrungen zu bereichern, benutzte Goering häufig seine Ferien zu Studienreisen durch Deutschland, nach der Schweiz, nach England. Dabei war er unermüdlich im Fragen und Lernen. Als Frucht seiner Reisebeobachtungen, sowie seiner wissenschaftlichen Forschungen entstanden eine Reihe wertvoller Aufsätze im »Organ«, im Zentralblatte der Bauverwaltung und anderwärts. Bekannt sind auch seine vortrefflichen Artikel in Rölls Enzyklopädie des Eisenbahnwesens, in Luegers Lexikon der gesamten Technik, in Meyers Konversationslexikon, im Taschenbuche der Hütte, endlich seine Schrift über Massenermittelung, Massenverteilung und Kostenermittelung bei Erdarbeiten, deren vierte Auflage bereits vergriffen ist. Alle diese Arbeiten tragen den Stempel seines Geistes: die Vollständigkeit der Angaben, die Abrundung des Stoffes, die Klarheit und Eindringlichkeit der Darstellung, die Anmut und Leichtigkeit des Gedankenausdruckes. Es war von jeher sein Lieblingswunsch, seine Anschauungen über die Anordnung der Bahnhöfe in einem besondern Werke niederzulegen, aber die Last der Amtsgeschäfte, die Tätigkeit in technischen Vereinen, Abgabe von Gutachten und manch andere Störungen liefsen ihn später nur selten zu zusammenhängender wissenschaftlicher Arbeit kommen. So hat er von jenem Werke nur einen Teil schaffen können; deren Erscheinen, das in wenigen Wochen bevorsteht, hat er leider nicht mehr erlebt.

Bei allem Fleifse, bei allem Schaffensdrange hatte er doch stets Zeit übrig für alle, die seinem Herzen nahe standen, für alle, die seinen Rat und Hülfe suchten. Wie treu hat er für seine Gattin, die ihm fast 25 Jahre zur Seite gestanden, und für seine Kinder gesorgt. Wie aufopfernd hat er seine Kräfte den Freunden zur Verfügung gestellt.

Selbstlosigkeit, Gerechtigkeit, Vornehmheit und Gewissenhaftigkeit waren die Grundzüge seines Wesens. Er liefs sich nie durch unedle Beweggründe leiten und wollte sie daher auch bei anderen nicht zugeben. Aus dieser vornehmen Gesinnung entsprang eine gewisse Zurückhaltung. Er achtete jede fremde Eigenart, aber er verlangte auch Achtung und Anerkennung der eigenen. Diese Zurückhaltung, die er bei aller Freundlichkeit Fernstehenden gegenüber zeigte, schwand erst nach längerer Bekanntschaft, aber dann trat an ihre Stelle eine sonnige Herzlichkeit, wie sie nur wenigen Menschen eigen ist. Fest und unerschütterlich trat er für das ein, was er für recht hielt und ebenso unerbittlich zog er gegen alles schlechte und unwahre zu Felde. Mit grofser Entschlossenheit und jugendlicher Lebhaftigkeit, aber ohne jede persönliche Gereiztheit trat er für seine Überzeugung ein.

Zu früh ist er dahingegangen, aber unauslöschlich schwebt uns sein Bild vor Augen und mahnt uns, ihm nachzueifern in Hingebung und Treue.

Danzig, im Dezember 1906. Oder.

Vereins-Angelegenheiten.

Verein deutscher Maschinen-Ingenieure.

Der Verein deutscher Maschinen-Ingenieure hat die Fertigstellung des »Lehrbuches über Lokomotivbau«. Preisausschreiben des Vereines vom 1. Juni 1904*), nach dem Tode des Geheimen Regierungsrates, Professors von Borries dem Herrn Geheimen Baurate Leitzmann in Darmstadt übertragen.

Auf die Preisaufgabe: Elektrische Zugbeförderung auf einer 200 km langen Bahn im Hügellande, sind vier Bearbeitungen eingegangen.

Den Staatspreis von 1700 M und die goldene Medaille des Vereines erhält Herr Regierungsbauführer Curt Heilfron zu Berlin, goldene Beuthmedaillen werden erteilt den Herren Regierungsbauführern Walter Dominik zu Berlin und Gustav Brecht in Essen.

*) Organ 1904, S. 172, 1905, S. 27.



Ausstellungen.

Internationale Ausstellung der neuesten Erfindungen in Olmütz, Mähren.

Die Ausstellung findet in der Zeit vom 15. Juni bis Mitte September 1907 in Olmütz, Mähren, statt. Zweck der Ausstellung ist, ein Bild der neuesten Erfindungen und Verbesserungen auf gewerblichen, landwirtschaftlichen und verschiedenen anderen Gebieten vorzuführen. Vor allem sollen Gegenstände des Patent- und Gebrauchmuster-Schutzes und Neuheiten auf den verschiedenen fachtechnischen Gebieten gezeigt werden.

Das Protektorat dieser Ausstellung hat Seine kaiserliche Hoheit Herr Erzherzog Josef Ferdinand übernommen.

Anmeldefrist bis Ende Februar 1907 beim Ausstellungs-Bureau in Olmütz.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Maschinen- und Wagenwesen.

Elektrische Lokomotive für einphasigen Wechselstrom und Gleichstrom.

(Engineer 31. August 1906, S. 214. Mit Abb.)

Die Neu-York-Zentral- und die Neu-York, Neu-Haven und Hartford-Bahn benutzen einen gemeinschaftlichen Bahnhof mitten in Neu-York, der durch einen langen Tunnel zugänglich ist. Der Betrieb in diesem Tunnel findet mit elektrischen Gleichstrom-Lokomotiven bei 600 Volt Spannung, entsprechend der elektrischen Ausrüstung der Neu-York Zentral-Bahn statt. Die Neu-York, Neu-Haven und Hartford Bahn benutzt aber auf ihren Linien einphasigen Wechselstrom mit 11000 Volt Spannung. Um die Züge auch dieser Bahn ohne Lokomotiv-Wechsel durch den Tunnel fahren zu können, sind Lokomotiven hergestellt, die mit Gleich- und Wechsel-Strom betrieben werden können.

Sie laufen auf zwei zweiachsigen Drehgestellen mit einer Triebmaschine von 200 P.S. auf jeder Achse. Die Anker der Maschinen sind als Hohlwellen mit Spiel über die Achsen geschoben und übertragen ihre Drehung unmittelbar durch sieben seitliche Stifte, die in Taschen der verbreiterten Radnabe eingreifen, auf die Räder. Das Feldgehäuse setzt sich in Lagerschalen auf die Hohlwelle. Der Stromwender-Durchmesser ist sehr grofs, sodafs nur eine geringe Geschwindigkeit unter den Bürsten eintritt. Der Gleichstrom wird durch eine dritte Schiene, der hochgespannte Wechselstrom durch einen Fahrdraht zugeführt. Abspanner, Triebmaschinen und Widerstände werden künstlich durch ein Gebläse gekühlt.

Bei der Fahrt mit Gleichstrom findet die übliche Reihen-Nebenschaltung Anwendung, während bei der Fahrt mit einphasigem Wechselstrome die Niederspannung des Abspanners geändert wird. Man kann auf diese Weise feiner abstufen und vermeidet Verluste in den Widerständen.

Die beiden Abspanner auf der Lokomotive sind auf der Hochspannungseite nebeneinander geschaltet und speisen auf der Niederspannungseite je zwei Triebmaschinen mittels besonderer Fahrschalter. Diese Fahrschalter steuern die Hauptschalter durch Prefsluft mit elektrischer Auslösung nach Westinghouse, sodafs mehrere Lokomotiven zusammengekuppelt von einer Stelle aus gesteuert werden können.

Ein kleinerer Dampfkessel dient zur Heizung der Züge.

Eine dieser Lokomotiven kann einen 200 t-Zug mit 72 km/St. befördern. Ihr Gewicht beträgt 85 t, ihre Zugkraft 3,6 t bei 96 km/St. Fahrgeschwindigkeit.

Der elektrische Betrieb der Neu-York, Neu-Haven und Hartford-Bahn reicht bis Stamford 53 km weit; hier liegt auch das Kraftwerk für den hochgespannten Wechselstrom. Es enthält 5500 K.W. Parsons-Dampfturbinen mit 1500 Umläufen in der Minute, 25 Wechseln in der Sekunde und 11000 Volt Spannung. Pf.

Achsbüchse für Eisenbahnfahrzeuge mit Schmierringen.

(Engineer 31. August 1906, S. 218. Mit Abb.)

Der Leser findet die Beschreibung einer Achsbüchse, bei der zwei bewegliche Schmierringe nach Art der bekannten Ringschmierlager dem Achsschenkel das Schmieröl zuführen. Pf.

Eisenbahntriebwagen.

(Engineer 31. August 1906, S. 225. Mit Listenübersicht.)

Die Quelle bringt einen Rückblick auf die ersten Triebwagen für regelspurige Eisenbahnen aus den Jahren um 1850 mit kurzer Beschreibung.

Der Verfasser des Aufsatzes vertritt die Ansicht, die anfänglich leichten Lokomotiven ohne Schlepptender hätten die Triebwagen in der Zwischenzeit verdrängt. Jetzt wo leichte Lokomotiven ohne Schlepptender kaum noch gebaut würden, träte das Bedürfnis nach Eisenbahn-Triebwagen wieder lebhaft hervor. Pf.

Neuere belgische Lokomotiven.

(Engineer 7. September 1906, S. 235. Mit Abb. und Tafel.)

Anknüpfend an die Ausstellung in Mailand bespricht der Verfasser die neueren belgischen Schnellzug-Lokomotiven der »la Meuse«-Bauart mit Vierzylinder-Maschine mit einfacher Dampfdehnung. Kennzeichnend für diese Lokomotiven sind die drei Triebachsen je mit mehr als 18 t Achslast. Alle Kurbeln, Scheiben und Gegenkurbeln befinden sich an einer Achse, die nach ihrer Form Z-Achse genannt wird. Die nebeneinander liegenden Innen- und Aufsen-Kurbeln sind um 180° versetzt. Der Kessel-Durchmesser beträgt 1,677 m, der Triebrad-Durchmesser 1,98 m für 115 km/St. Höchstgeschwindigkeit, das Dienstgewicht 82 t, die Heizfläche 185,4 qm, der Kesseldruck 14,47 at und die gröfste Zugkraft 9,9 t. Pf.

Zahnlokomotive der Benguella-Eisenbahn.

(Engineering 1906, Aug. S. 201. Mit Zeichnungen und Abb.)

Für die im Bau begriffene Eisenbahn von Benguella nach Caconda, portugiesisch Westafrika, hat die Maschinenbauanstalt Efslingen zwei für gemischten Reibungs- und Zahnbetrieb bestimmte Vierzylinder-Verbund-Tenderlokomotiven von folgenden Hauptabmessungen geliefert:

Zylinderdurchmesser	435 mm
Kolbenhub	480 «
Durchmesser der Triebräder	1015 «
« « Laufräder	738 «
Teilkreisdurchmesser der Zahnräder	955 «
Dampfüberdruck	14 at
Heizfläche in der Feuerbüchse	9,25 qm
« « den Heizrohren	87,75 «
« ganze	97,00 «
Rostfläche	1,86 «
Anzahl der Heizrohre	187
Länge « «	3490 mm
Durchmesser innen	42,8 mm
« aufsen	47,6 «
Fester Achsstand	3,0 m
Ganzer Achsstand	4,950 m
Kleinste lichte Weite des Langkessels	1268 mm
Triebachslast im Dienste	35,78 t
Dienstgewicht	45.34 «
Leergewicht	37.25 «
Wasservorrat	3 cbm
Kohlenvorrat	1 t

An jeder Seite der Lokomotive liegen aufserhalb der Rahmen und schräg übereinander zwei Zylinder, von denen die unteren die mittlere der drei gekuppelten Triebachsen, die oberen die Zahnräder antreiben. Auf den Reibungstrecken werden die unteren Zylinder allein benutzt, die Lokomotive arbeitet dann als Zwillingslokomotive. Auf der 3,2 km langen Zahnstrecke werden auch die oberen beiden Zylinder in Betrieb genommen: sie erhalten zunächst mittels eines besondern Ventiles Frischdampf und werden dann als Niederdruckzylinder benutzt. Durch diese erfolgt dann mittels Übersetzung der Antrieb der Zahnräder. Auf der Zahnstrecke mit 62,5 ‰ Steigung soll die Lokomotive ein Zuggewicht von 160 t mit 8 km/St. Geschwindigkeit, auf der Reibungstrecke mit 25 ‰ Steigung mit 18 bis 20 km/St. befördern. —k.

Betrieb.

Betriebsunfall bei Salisbury.*)

(Engineer vom 20. Juli 1906, Seite 67; Bulletin du Congrès international des chemins de fer 1906, Seite 967).

Der Zug, welcher die von Amerika kommenden Reisenden von Plymouth zum Waterloo-Bahnhofe in London bringt, ist einer der schnellsten der Südwesteisenbahn und, soweit bekannt, der einzige, welcher in Salisbury nicht hält. Am 30. Juni 1906 hatte er Devonport um 11 Uhr 15 Min. abends mit etwa 50 Reisenden I. Klasse verlassen, welche in England mit dem Dampfer New-York angekommen waren. Er bestand aus drei Wagen I. Klasse mit Seitengang, einem Küchenwagen und einer $^2/_4$ gekuppelten Lokomotive mit vorderm Drehgestelle.

Der Zug scheint bis zum Bahnhofe Salisbury, den er um 1 Uhr 57 Min. morgens durchfuhr, ohne Störung gefahren zu sein. In der unmittelbar hinter dem Bahnhofe liegenden Krümmmung ist er aus dem Gleise gesprungen und auf den hintern Teil eines Güterzuges gefahren, welcher aus der entgegengesetzten Richtung langsam in den Bahnhof einfuhr. Der Packwagen des Güterzuges wurde vollständig zerstört, der Packmeister war auf der Stelle tot. Darauf stiefs die Lokomotive gegen die Träger einer Brücke, welche die Fischerton-Strafse überspannt und ist dann noch gegen eine unter Dampf stehende Lokomotive gerannt. Der erste Wagen, dessen Kuppelung mit dem Tender gerissen war, flog gleichfalls gegen die erwähnte Brücke, welche hierdurch teilweise zerstört wurde. Der zweite Wagen erkletterte die Zuglokomotive, auf der er hängen blieb und der dritte wurde nach links hinausgeworfen und vollständig zerstört, während der am Schlusse des Zuges laufende Küchenwagen nur geringe Beschädigungen erlitt.

Wenn man bedenkt, dafs fast alle Wagen vollständig zertrümmert wurden, mufs es Wunder nehmen, wie ein Teil der Fahrgäste dem Tode hat entrinnen können. Von 50 Reisenden sind 21 auf der Stelle getötet und 6 starben kurz nach ihrer Aufnahme ins Krankenhaus. Unter den 27 Verstorbenen befanden sich 4 Beamte der Gesellschaft: Führer und Heizer des Schnellzuges, der Packmeister des Güterzuges und der Heizer der unter Dampf befindlichen Lokomotive. 11 Fahrgäste waren verwundet, 6 von diesen schwer und 12 hatten überhaupt keine Verletzungen erlitten. Fast alle Reisende waren Amerikaner.

Alles, was zur Hilfeleistung für die Verwundeten zu tun möglich war, wurde von den Angestellten der Gesellschaft mit unermüdlicher Aufopferung geleistet. Im Augenblicke des Unfalles hörte man einen dem Abfeuern eines grofsen Geschützes vergleichbaren Knall, worauf völlige Stille folgte. Der Teil der Strecke, auf dem sich das Unglück ereignete, liegt in einer Krümmung, deren Halbmesser am Anfange 244 m beträgt und bis auf 152 m heruntergeht. Das Gleis war neuester Bauart und befand sich im Augenblicke des Unfalles in gutem Zustande. Die an ihm beobachteten Zerstörungen bestanden in zwei bis drei zerbrochenen Schienenstühlen, in der Beschädigung des äufsern Endes einiger Querschwellen und in geringer Spurerweiterung.

Nach einer von der Gesellschaft bekannt gegebenen Vorschrift sollte die Geschwindigkeit bei der Durchfahrt durch den Bahnhof Salisbury auf 48 km/St. ermäfsigt werden.

Die Aufzeichnungen hatten jedoch ergeben, dafs der verunglückte Zug ungefähr mit 96 km/St. gefahren sein mufste. Es konnte daher nur die aufserordentlich hohe Geschwindigkeit die Ursache des Unfalles sein. Einige einfache Betrachtungen mögen an verbürgte Mitteilungen und Aufzeichnungen geknüpft werden. Die ersten Berichte, nach denen die Lokomotive die Schienen verlassen und darauf noch eine kurze Strecke zurückgelegt haben soll, wie dies sonst bei einer gewöhnlichen Entgleisung der Fall ist, waren unvollständig. Die Lokomotive sprang aus dem Gleise in der Krümmung von 160,9 m Halb-

*) Organ 1907, S. 25.

messer. Die Räder können die Schienen nicht erklettert haben, da an den letzteren keine Merkmale hierfür vorgefunden wurden. Man kann auch nicht sagen, dafs ein oder mehrere Räder das Gleis früher, als die anderen verlassen haben. Es steht mit ziemlicher Sicherheit fest, dafs die Lokomotive durch die Fliehkraft umgeworfen sein mufs, es ist daher zwecklos nach Gründen für das Aufklettern der Räder auf die Schienen zu suchen.

Das Betriebsgewicht der Lokomotive betrug 50,8 t, der Krümmungshalbmesser 160,9^{m} und die Geschwindigkeit 96 km/St oder 26,7 m/Sek. Somit ist die Fliehkraft $= \frac{50,8 \cdot 26,7^2}{9,81 \cdot 160,9} = 23$ t. Der Schwerpunkt der Lokomotive lag 1,484^{m} über S. O. Ferner werde angenommen, dafs er über Mitte Gleis gelegen habe, was mit Rücksicht auf die Krümmung nicht genau zutrifft. Es müfste daher bezüglich der Standsicherheit das Gewicht der Lokomotive mindestens sein $= \frac{23 \cdot 1,484}{0,717} = 47,65$ t. Da das Gewicht 50,8 t betrug, so war zu Gunsten der Standsicherheit ein Überschufs vorhanden von 50,80 — 47,65 = 3,15 t. Die Sicherheit wäre mithin bei einer Geschwindigkeit von 96 km/St sogar noch ohne Schienenüberhöhung gewahrt gewesen. Durch die an der Unfallstelle vorhandene Schienenüberhöhung wurde der Schwerpunkt um ungefähr 89^{mm} nach innen gerückt. Die Umsturz-Geschwindigkeit würde hier bei 105 km/St. sein. Die Geschwindigkeit zwischen Wilton und Salisbury scheint ungefähr 110 km/St betragen zu haben, und wenn sie auch in der Krümmung etwas geringer gewesen sein mag, so befand sich die Lokomotive doch in der Gefahrszone. Daher konnte die geringste, beim Einfahren in die Krümmung auftretende Schwankung zur Entgleisung Veranlassung geben, was auch der Fall gewesen sein mufs.

Die Vorschrift der Gesellschaft bestimmt, dafs an dieser Stelle die Geschwindigkeit 48 km/St nicht überschreiten darf. Es ist daher unverständlich, wie der Führer, welcher ein nüchterner Mann war, die Krümmung trotz der ihm bekannten Vorschrift mit einer so hohen Geschwindigkeit durchfahren konnte. Erwiesen ist, dafs er den Regler geschlossen hatte und es ist nicht unwahrscheinlich, dafs er diesen kurze Zeit vor dem Durchfahren des Bahnhofes schlofs, wobei er angenommen haben mufs, dafs der Zug die vorgeschriebene Geschwindigkeit beim Einfahren in die Krümmung haben werde. Es bleibt unerklärlich, warum er die Bremse nicht in Tätigkeit setzte, als er keine Abnahme der Geschwindigkeit bemerkte. Man kann daher nur annehmen, dafs er für einen Augenblick kopflos wurde und hierdurch das Unglück verursachte.

Vielleicht gelingt es dem Handelsamt durch eingehendere Untersuchung eine andere Erklärung zu finden, aber vor der Hand scheint die oben gegebene die einzig verständliche zu sein. H—t.

Elektrische Eisenbahnen.

Über elektrische Bahnen und Eisenbahn-Triebwagen in England und den Vereinigten Staaten.

Regierungsbaumeister Törpisch berichtete im Vereine Deutscher Maschinen-Ingenieure nach den Ergebnissen einer Studienreise über diese Gegenstände.*)

Eisenbahn-Triebwagen werden in England vornehmlich durch Dampf-, in den Vereinigten Staaten durch Verbrennungsmaschinen angetrieben, die mit den Achsen entweder mechanisch oder elektrisch gekuppelt sind. Mit beiden Antriebsmaschinen lassen sich gute wirtschaftliche Erfolge erzielen; es ist anzunehmen, dafs sich diese Wagen auch bei uns einbürgern werden.

Über die elektrischen Bahnen Englands und der Vereinigten Staaten wurde eine Übersicht in technischer Beziehung gegeben und auch die Wirtschaft der elektrischen Bahnen gestreift. Besonders beachtenswert war der Bericht über die umfangreichen Arbeiten in und um Neu-York, die von den Bahngesellschaften vorgenommen werden. Durch Tunnelanlagen, die unter dem Hudson und Eastriver gebaut werden, sollen neue Linien in den Geschäftsmittelpunkt hereingebracht werden. Die Züge werden in den Tunneln durch elektrische Lokomotiven gezogen. Man beabsichtigt auch, den gröfsten Teil der Vorortbahnen elektrisch zu betreiben.

*) Ausführlich in Glasers Annalen.

Technische Litteratur.

Der Siegwartbalken. Internationale Siegwartbalken-Gesellschaft Luzern (Schweiz).

Die Siegwartbalken, bestimmt, selbständig kleinere Decken zu bilden und grofse Fache von eisernen Balkenlagen zu überdecken, ist eine beachtenswerte Erscheinung auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues. Er nutzt den Umstand, dafs heute auf die Zugfestigkeit des Beton noch ganz verzichtet wird, dazu aus, kastenförmige Balken auf Lager zu schaffen, deren Decke den Druckgurt, deren Seiten mit den unten in ihnen angebrachten Einlagen Steg und Zuggurt bilden und deren Boden nur den Deckenschlufs liefert. Die nebeneinander stehenden Seiten zweier Balken werden durch Füllen von eingerissenen Schrägnuten mit Zement innig zu einem kräftigen Stege verbunden. Der Balken liefert starke und leichte Decken.

Da die Balken fertig angeliefert werden, ist der Baufortschritt einfach und rasch. Die Verwendung ist bereits eine sehr ausgedehnte.

Der durchgehende Träger auf elastisch senkbaren Stützen. Von L. Vianello. Berlin 1904, J. Springer.

Die verdienstliche Arbeit stellt sich das Ziel, die Auftragungsverfahren für die Momente des durchlaufenden Trägers auf vielen Stützen so zu erweitern, dafs sie auch für den Träger auf federnden Stützen verwendbar sind, ein Ziel, das auch mit einfachen Mitteln erreicht wird.

Da die Eisenbahnschiene der hervorragendste Vertreter dieser Gruppe von Trägern ist, so hat die Arbeit für unsern Leserkreis besondere Bedeutung.

Da Eisenbahn-Wirtschaft und -Betrieb unlösbar verflochten sind, so mufste auch der letztere mit zur Darstellung gelangen, ja auch der Bau war als für den Anlagewert mafsgebend in Betracht zu ziehen.

So bietet die 144 Seiten haltende Druckschrift eine Übersicht über die Grundlagen des Eisenbahnwesens überhaupt und zwar in gediegener Auffassung und Darstellung hauptsächlich

mit dem Blicke auf einfache und den Forderungen des schnell fliefsenden Verkehres gerecht werdende Verwaltungsform. Das Buch ist geeignet, Fachmännern wie Laien einen leichten Zugang zu dieser Wissenschaft zu eröffnen.

Technische Wärmelehre (Thermodynamik) von K. Walther und M. Röttinger. Sammlung Göschen, Leipzig 1905. Preis 0,8 M.

Das kleine, gut ausgestattete Buch behandelt übersichtlich zunächst das Verhältnis der Wärme zur Arbeit, dann die Lehre von den permanenten Gasen und die von den Dämpfen. Die in Frage kommenden physikalischen Begriffe, Gesetze und Vorgänge sind durch Rechnung und durch Auftragung klar und durchsichtig dargestellt. Das in Taschengröfse gehaltene Buch ist geeignet, dem Maschinentechniker eine bequeme Grundlage für die Verfolgung der Wärmewirtschaft in den Kraftmaschinen zu bieten.

Taschenbuch des Patentwesens. Sammlung der den Geschäftskreis des Kaiserlichen Patentamtes berührenden Gesetze und ergänzende Anordnungen nebst Liste der Patentanwälte. Amtliche Ausgabe, Mai 1905, O. Heymann, Berlin 1,0 M.

Die Neuerung, den beteiligten Kreisen amtlich die neuesten Vorgänge auf dem Gebiete des Patentwesens in handlicher Form zugänglich zu machen, ist als Deckung eines dringenden Bedürfnisses zu begrüfsen. Neben dem Patentgesetze erweisen sich fortlaufend so viele allgemeine und besondere Bestimmungen des Patentamtes als nötig, dafs der Überblick über alles Mafsgebende selbst dem laufend mit Patentangelegenheiten Beschäftigten schwer zu wahren ist, geschweige denn demjenigen, der zur Entnahme eines Patentes der Unterweisung nur vorübergehend bedarf. Besonders wichtig ist, dafs auch die zur Herstellung schlanken Geschäftsganges gegenüber dem Patentamte zweckmäfsigen Schritte zur Inanspruchnahme eines Patentanwaltes aufgeführt sind, denn der Vorgang der Erwerbung eines Patentes ist durch die vielseitigen dabei in Frage kommenden Rechtsverhältnisse und Verfügungen so verwickelt geworden, dafs die Durchführung ohne die Erfahrung eines Anwaltes sehr schwierig ist. Daher ist es auch sehr willkommen, dafs die Liste der zugelassenen Patentanwälte sowohl dem Namen, als auch dem Wohnorte nach geordnet mitgeteilt ist.

Wir können das handliche Auskunftsmittel allen am Patentwesen Beteiligten nur dringend zur Benutzung empfehlen.

Der Grofsstadt-Verkehr von Dr. phil. und jur. J. Kollmann, Ingenieur in Berlin. Moderne Zeitfragen Nr. 3. Herausgeber Dr. H. Landsberg. Preis 1,0 M.

Das mit einem Bahn- und einem Verkehrs-Plane von Berlin ausgestattete Heft bringt eine grofse Zahl von wirtschaftlichen und statistischen Angaben über die Entwickelung des grofsstädtischen Bahnverkehres, dessen Eigenart und Bedürfnisse daran erläuternd. Es ist ganz überwiegend, ja fast allein von Berlin die Rede, wo das grofsstädtische Verkehrswesen noch vergleichsweise wenig entwickelt ist, und dadurch wird die Darstellung einseitig, sie genügt aber, um die für diese neuzeitliche Verkehrsart mafsgebenden Gesichtspunkte beispielsweise darzulegen, in die der Leser an der Hand der Berliner Verhältnisse eingeführt wird. Es wäre richtiger gewesen, die sonst inhaltlich treffende Schrift »Der Grofsstadt-Verkehr Berlins« zu nennen.

Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G. Mitteilung 9. Nürnberger Gasmaschinen.

Das Heft gibt eine schöne Darstellung der Gasmaschinen der Gesellschaft und zwar nicht blofs mit dem Erfolge der reinen Geschäftsanzeige, sondern bei der Mitteilung von Schnitten in Zeichnung und von Leistungsdarstellung als Grundlage des Studiums der Gasmaschine überhaupt. Der Brauch der Ausgabe solcher Darstellungen hervorragender Leistungen seitens der grofsen Werke ist eine sehr nützliche und erfreuliche Erscheinung auf dem Gebiete des heutigen Veröffentlichungswesens.

Labes, Druckhöhen-Verluste. C. W. Kreidel, Wiesbaden, 1904. Preis 0,6 M.

Der Sonderdruck aus der Zeitschrift für Architektur- und Ingenieurwesen enthält eine Tafel zur Berechnung der Druckhöhenverluste des Wassers in geschlossenen Rohrleitungen nebst den erforderlichen theoretischen Unterlagen und unter Beifügung von Zahlenbeispielen als wertvolles Hülfsmittel für die Berechnung aller Anlagen von Flüssigkeitsleitungen.

Le abitazioni popolari (case operace) dell' Ing. Effren Magrini. U. Hoepli 1905, Mailand.

Das handliche, mit vielen guten Abbildungen ausgestattete Buch ist der Erbauung von Arbeiter-Wohnungen gewidmet, für die die allgemeinen Gesichtspunkte auf Gesundheit, Wirtschaft, Bauwesen und Städtebau erörtert und an einer grofsen Zahl ausgeführter Beispiele erläutert werden. Aus diesem höchst wichtigen Teile unserer Sozialpolitik ist ein aufserordentlich reicher Stoff zusammengetragen, der auch die Anschauungen verschiedener gewerbetreibender Länder zur Geltung bringt.

Beim Entwerfen von Arbeiter-Häusern und -Vierteln wird das Buch gute Dienste leisten.

Gehrke's Handbuch für deutsche Eisenbahnbeamte, enthaltend die für den Dienstgebrauch und die Prüfungen wichtigsten Reichsgesetze und Verordnungen. Dresden, 1903, G. Kühtmann. Preis 3,0 M.

Die Sammlung von Gesetzen umfafst alles, was dem Eisenbahn-Beamten bei seiner dienstlichen Tätigkeit dienlich sein kann, auch die Gesetze allgemeiner Bedeutung, sofern sie einen Bezug zum Eisenbahnwesen haben können und getrennt nach den Abteilungen Verwaltung, Betrieb und Verkehr.

Geschäftsberichte und statistische Nachrichten von Eisenbahn-Verwaltungen. Jahresbericht über die Staatseisenbahnen und die Bodensee-Dampfschiffahrt im Grofsherzogtum Baden für das Jahr 1903. Im Auftrage des Ministeriums des grofsherzoglichen Hauses und der auswärtigen Angelegenheiten herausgegeben von der General-Direktion der Badischen Staatseisenbahnen, zugleich als Fortsetzung der vorangegangenen Jahrgänge 63. Nachweisung über den Betrieb der Grofsh. Badischen Staatseisenbahnen und der unter Staatsverwaltung stehenden Badischen Privat-Eisenbahnen. Karlsruhe 1904, Ch. Fr. Müller.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | **3. Heft. 1907.**

Übersicht der in Mailand 1906 ausgestellten Lokomotiven.

Von Dr.-Ing. **H. Uebelacker,** Direktionsassessor in München.

Hierzu Zusammenstellung der Hauptangaben auf den Tafeln XII und XIII und Zeichnungen Abb. 1 bis 47 auf den Tafeln XIV bis XVII.

A. Allgemeines.

Die anläfslich der Vollendung des Simplontunnels in Mailand abgehaltene, sich ihrem Anlafs entsprechend hauptsächlich auf das Verkehrswesen erstreckende Weltausstellung vereinigte auf dem Gebiete des Lokomotivbaues zum erstenmale wieder seit der Ausstellung 1900 in Paris eine gröfsere Anzahl verschiedener Länder, nämlich: Deutschland, Österreich, Ungarn, Frankreich, Italien, Belgien und die Schweiz. Von den Lokomotiven erzeugenden Ländern fehlten: England, Rufsland und Amerika. In Lüttich waren 1905 nur belgische und französische Lokomotiven ausgestellt, in St. Louis 1904 war von europäischen Ländern nur Deutschland mit eigenen Bauarten vertreten. Wenn sich die Ausstellung an Vollständigkeit und Umfang auch nicht mit der in Paris messen kann, so gibt sie doch ein Bild der Bestrebungen und des gegenwärtigen Standes des Lokomotivbaues auf dem europäischen Festlande.

Die Zahl der ausgestellten Lokomotiven ist 50*), 25 Lokomotiven für Personen- und Schnellzüge, 10 für Güterzüge, 15 für Nebenbahnen. Zum Vergleiche sei angeführt, dafs in Lüttich 32, in St. Louis 40 und in Paris 68 Lokomotiven ausgestellt waren.

Der Bauart**) nach nimmt unter den Personen- und Schnellzuglokomotiven die 12 mal vertretene 3/5 gekuppelte Lokomotive mit vorderm Drehgestelle (2. C. 0)***) einen sehr breiten Raum ein. Grofses Reibungsgewicht wird demnach bei nicht günstigen Streckenverhältnissen auch für die Beförderung der schnellsten Züge von den Verwaltungen für nötig erachtet; daher wird die 2. C. 0-Lokomotive, die eine gröfsere Verwendungsmöglichkeit besitzt als die 2/5 gekuppelte 2. B. 1, dieser vorgezogen. Gröfsere Rostflächen als etwa 3,2 qm lassen sich dabei freilich nicht erreichen, diese Gröfse auch nur durch entsprechende Länge des Rostes. In Amerika ist man daher bereits zur Anordnung einer weitern Laufachse unter der Feuerbüchse in der „Pacific"-Bauart übergegangen. Das Erscheinen dieser 2. C. 1-Bauart mit Drehgestell vorn wird bei dem stetigen Anwachsen der Forderungen an Gröfse und Leistungsfähigkeit der Lokomotiven in den letzten Jahren auch in Europa nicht lange auf sich warten lassen. Eine 2. C. 1-Lokomotive ist bereits bei Maffei in München für die Pfälzische Bahn im Bau.

Dafs indes in den Fällen, in denen die Gröfse des Rostes zur Anordnung einer hintern Laufachse zwingt, für die derzeit noch üblichen Geschwindigkeiten die Ersetzung des zweiachsigen Drehgestelles durch eine einzelne führende Laufachse möglich ist, zeigt die „Prairie"-Bauart 1. C. 1 der österreichischen Lokomotive Nr. 20, die hinsichtlich der Leistungsfähigkeit an erster Stelle steht und bei den Probefahrten 118 km/St. bei noch ruhigem Laufe erreicht hat. Diese Bauart findet sich auch bei mehreren neuen Mustern der italienischen Staatsbahnen und ist für den Entwurf einer grofsen Schnellzuglokomotive mit 250 bis 290 qm Heizfläche angenommen.*)

Bei den Güterzuglokomotiven ist man auch in Europa bei der Kuppelung von fünf Achsen angelangt. Die österreichischen Bahnen verwenden 0. E. 0-Lokomotiven schon seit 1900, ebenso die englische Grofse Ostbahn. Die jüngsten Ausführungen fünffach gekuppelter Lokomotiven haben 1. E. 0-Bauart (Nr. 32 und 33). Eine Lokomotive mit noch gröfserm Reibungsgewicht, mit sechs Triebachsen ist von der französischen Nordbahn ausgestellt (Nr. 35). Sie ist die einzige Lokomotive mit bogenbeweglichen Triebgestellen nach Bauart Meyer; die Bauarten Mallet-Rimrott und Hagans sind nicht vertreten.

*) Ohne die feuerlose Lokomotive von Borsig.

**) Die folgende vergleichende Übersicht bezieht sich im wesentlichen auf die Hauptbahnlokomotiven.

***) Wir benutzen diese Gelegenheit, um neben der üblichen Bruchbezeichnung eine erschöpfendere, ebenso leicht zu schreibende, wie zu sprechende Bezeichnungsweise einzuführen, in der eine arabische Ziffer links die Zahl der Laufachsen vor den Triebachsen, ein römischer Buchstabe A = 1, B = 2 und so weiter die der Trieb- und Kuppel-Achsen, eine arabische Ziffer rechts die Zahl der Laufachsen hinter den Triebachsen angibt. Bei Lokomotiven mit zwei Triebgestellen wiederholt sich diese Reihenfolge. — Das Fehlen einer der Gruppen wird durch 0 angegeben.

*) Die neue, im „Organ" 1906, S. 148 beschriebene Schnellzuglokomotive der Aufsig-Teplitzer Bahn zeigt ebenfalls die in Rede stehende Bauart 1. C. 1.



Bewegliche Triebgestelle werden sonach bei Hauptbahnlokomotiven selbst bei fünf Triebachsen und für krümmungsreiche Strecken noch vermieden, man begnügt sich nach dem Vorgange Gölsdorfs mit seitlicher Verschiebbarkeit einzelner Achsen, wobei die Kuppelung in der gewöhnlichen Weise ausführbar und die Bauart wesentlich einfacher ist.*) Die auf der österreichischen Südbahn beobachteten Abnutzungsverhältnisse der Räder sind sehr mäfsige. Nach dem Krümmungsmittelpunkte einstellbare gekuppelte Achsen der Bauart Klien-Lindner, die bei den neuen 1. D. 0-Güterzuglokomotiven der sächsischen Staatsbahnen Anwendung gefunden hat, besitzt eine kleine Feldbahnlokomotive (Nr. 49). Bei den neuen italienischen Lokomotiven mit einzelner Laufachse ist eine Nachbildung des Kraufsschen Gestelles verwendet, von diesem jedoch durch die seitliche Verschiebbarkeit des Gestellrahmens am Mittelzapfen unterschieden.**) Dieses Drehgestell soll auch bei hohen Geschwindigkeiten noch ruhigen Lauf ergeben.

Die Tenderlokomotive ist in sehr leistungsfähigen Ausführungen sowohl für Personendienst, als auch für schweren Güterdienst, für welchen sie bei kurzen Strecken wegen der Ausnutzung des Vorratgewichtes zur Reibung besonders zweckmäfsig erscheint, vertreten.

Unter den ausgestellten Hauptbahnlokomotiven findet sich, abgesehen von den für aufsereuropäische Bahnen bestimmten, nur eine Nafsdampfzwillingslokomotive (Nr. 21), und diese stammt aus dem Jahre 1901. Alle übrigen Hauptbahnlokomotiven sind entweder Verbund- oder Heifsdampf-Lokomotiven oder besitzen Verbundwirkung mit Überhitzung vereinigt.

Gröfstenteils wird Verbundwirkung in vier Zylindern, zwei inneren und zwei äufseren, angewendet; die Vierzylinderbauart findet sich nicht nur bei Schnellzug-, sondern auch bei den schweren Güterzuglokomotiven, wo die Gröfse der Niederdruckzylinder zur Teilung zwingt. Unter den Ausstellungslokomotiven besitzen diese Zylinderanordnung 14 Personen- und Schnellzug- und die zwei 5/6 gekuppelten Güterzuglokomotiven. Eine Lokomotive hat vier Zylinder mit einfacher Dehnung und Überhitzung, Nr. 10.

Die Vierzylinderbauart wird bei den preufsischen Bahnen, in Österreich, Ungarn und Italien mit Einachsenantrieb ausgeführt, der den Vorteil unmittelbaren Massenausgleichs an dieser Achse selbst bietet, ohne dafs die Kräfte durch den Rahmen und dessen Versteifungen hindurchgehen müssen. Frankreich, Belgien,***) die Schweiz und die Reichseisenbahnen halten an der Bauart de Glehn mit zwei verschiedenen Triebachsen für die inneren und äufseren Zylinder wegen der unmittelbaren Übertragung der Kolbenkräfte auf die Schienen ohne Vermittelung der Kuppelstangen fest. Indes findet sich auch beim Zweiachsenantrieb wegen der baulichen Vorteile Zusammenlegung der vier Zylinder (Nr. 11 und 16). Bei letzterer Ausführung hat man auch die bei Einachsenantrieb gebräuchliche Vereinfachung der Steuerung angenommen.

Wie am Zweiachsenantriebe halten Frankreich, Belgien und die Reichseisenbahnen auch an der getrennten Verstellbarkeit der Steuerungen für Hoch- und Niederdruckzylinder noch fest. Dagegen ist bei einigen Vierzylinderlokomotiven de Glehnscher Bauart die Umschalt-Anfahrvorrichtung mit „Servomoteur" durch die sonst übliche einfache Frischdampfzuführung in den Verbinder ersetzt.

Der Kolbenschieber wird nicht nur bei Heifsdampf sondern auch bei nassem Dampfe vielfach angewendet, so namentlich bei den neuen italienischen Lokomotiven. Bei den französischen Schnellzuglokomotiven ist der Flachschieber ebenfalls durch den Kolbenschieber verdrängt. Bei den österreichischen Lokomotiven finden sich ausschliefslich Flachschieber aus Rotgufs, sogar ohne Entlastung angewendet.

Die äufsere Steuerung ist bis auf wenige Ausnahmen bei Haupt- und Nebenbahnlokomotiven die von Heusinger. Eine Neuheit unter den Steuerungen ist die Lentzsche Ventilsteuerung,*) angewendet an den Lokomotiven Nr 5 und 37. Nach den günstigen Ergebnissen in der Dampfverteilung, welche die bei den Versuchen aufgenommenen Dampfschaubilder zeigten, müssen die Erfahrungen im Betriebe hinsichtlich der zu erzielenden wirtschaftlichen Vorteile und der Bewährung der Steuerung mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgt werden. Die Umsteuerung erfolgt bei den belgischen Lokomotiven mit Dampf mittels der Einrichtung von Flamme-Rongy.**)

Die Rahmenbauart bietet nichts Neues. Durchweg sind innere Blechrahmen angewendet. Besondere Rahmen besitzen die Lokomotiven Nr. 3 und 35. Wo bauliche Rücksichten es erfordern, sind Stücke des Rahmens aus Barren gebildet, so bei den Lokomotiven Nr. 5 und 6. Der volle Barrenrahmen, der bei den neuen Schnellzuglokomotiv-Gattungen der bayerischen Staatseisenbahnen Anwendung gefunden hat, ist nicht vertreten. Für die Rahmenquerverbindungen wird in Deutschland und Österreich fast ausschliefslich Flufseisenblech, in den übrigen Ländern vielfach Stahlgufs verwendet.

Bei den Lokomotivkesseln hat in den letzten Jahren eine wesentliche Steigerung der Heizflächen und Rostflächen stattgefunden. Die erreichten Ziele zeigt die Übersicht. Österreich steht hier mit Heizflächen von 235 qm bei glatten Rohren sowohl für Schnellzug-, als auch für Güterzug-Lokomotiven obenan.***) Rippenrohre nach Serve, die in Frankreich ausschliefslich angewendet werden, und versuchsweise auch bei den preufsischen Staatsbahnen Eingang gefunden haben, ergeben bei gleichen Kesselabmessungen wesentlich gröfsere Heiz-

*) Eine Zusammenstellung von 0. E. 0-Lokomotiven gibt Metzeltin in dem Aufsatze: „Kurvenbewegliche Lokomotiven". Zeitschr. des Ver. deutscher Ing. 1906, S. 1218.

**) Die elektrischen Lokomotiven der Valtelliner Bahn besitzen dieses Drehgestell ebenfalls.

***) Mit Ausnahme von Nr. 10.

*) Organ 1906, S. 239.

**) Organ 1906, S. 64.

***) Eine noch etwas gröfsere Heizfläche hat die in Nürnberg ausgestellte 2/6 gekuppelte Lokomotive der bayerischen Staatseisenbahnen mit 252 qm und die in St. Louis ausgestellte Lokomotive der preufsischen Staatsbahnen der Bauart Wittfeld, Organ 1905, S. 273, Nr. 12, mit 260 qm, beide ebenfalls mit glatten Rohren.

flächen, als glatte Rohre. Die Heizfläche der Serverohre ist jedoch der der glatten Rohre nicht gleichwertig. In welchem Verhältnisse die Wirksamkeit der Rippenrohrheizfläche zu der der glatten Rohre steht, ist mit Sicherheit noch nicht ermittelt, die Zahlenangaben für die Heizflächen der Lokomotiven mit Rippenrohren sind daher in der Zusammenstellung der Hauptangaben eingeklammert.*) Die gröfste vorkommende Länge der Heizrohre ist 5250 mm.

Grofse Rostflächen besitzen wegen der verwendeten geringwertigen Kohle, nämlich teils reiner Braunkohle, teils eines Gemisches von zwei Teilen Braun- und einem Teile Schwarzkohle die österreichischen Lokomotiven, dann auch die ungarische 2. C. 1 und die italienische 2. D. 0-Lokomotive. Die Stehkessel sind hier durchweg auf die Rahmen gestellt und reichen in der Breite über die Räder hinaus; dies ist auch bei der preufsischen 2. B. 1-Lokomotive der Fall. Bei den französischen Lokomotiven reicht der Stehkessel zur Erzielung grofsen Verbrennungsraumes tief zwischen die Rahmen hinab, der Rost ist stark geneigt. Im Schnellzugdienste wird nur beste Steinkohle verwendet. Bei den belgischen Lokomotiven, deren Feuerbüchsen mäfsige Tiefe zeigen, werden Prefskohlen mit Kohlengrus oder erstere allein**) verfeuert, je nach dem Dienste, den sie versehen. Rostlängen von 3,2 m, wagrecht gemessen, werden in Frankreich und Belgien unbedenklich ausgeführt. Die Rostflächen der italienischen Lokomotiven sind für beste Steinkohlen von Cardiff und Newport berechnet, ebenso die der schweizer Lokomotiven.

Bei den Langkesseln findet im Zusammenhange mit der Vergröfserung der Stehkessel die Ausführung kegelförmiger Schüsse Eingang. Die neuen österreichischen Lokomotiven besitzen diese Bauart, im italienischen Lokomotivbau werden Kegelschüsse schon seit einigen Jahren angewendet. Die flache Stehkesseldecke findet sich bei den französischen Lokomotiven und denen der Reichseisenbahnen, sowie bei zwei nach französischem Muster gebauten belgischen Lokomotiven; sonst herrscht die zylindrische Decke.

Mit Überhitzern sind deutsche, österreichische und belgische Lokomotiven ausgerüstet. In Preufsen wurde bis vor kurzem der Schmidt'sche Rauchkammerüberhitzer, den auch die ausgestellten Lokomotiven Nr. 1, 27 und 34 noch zeigen, allgemein angewendet. Die neuen preufsischen Lokomotiven, darunter Nr. 2, sowie die belgischen sind mit dem neuen Rauchröhrenüberhitzer von Schmidt ausgerüstet. Die belgische Lokomotive Nr. 16 und die österreichische Nr. 33 zeigen Überhitzer neuer Bauart. Bei diesen Lokomotiven ist ferner Verbundwirkung mit Überhitzung vereinigt,***) und zwar wird der Dampf bei der österreichischen Lokomotive vor dem Eintritte in den Hochdruckzylinder, bei der belgischen vor dem Eintritte in den Niederdruckzylinder überhitzt, so dafs der Hochdruckzylinder mit nassem Dampfe arbeitet, wie dies auch bei der neuen 1 D. 0-Lokomotive der sächsischen Staatsbahnen der Fall. Welche Überhitzeranordnung die zweckmäfsigste bei Verbundlokomotiven ist, mufs erst durch Versuche entschieden werden.*) Bei beiden Überhitzern wird nur mäfsige Überhitzung zur Verhütung des Niederschlags beim Eintritte des Dampfes in die Zylinder angestrebt.

Hinsichtlich der Ausrüstung ist zu erwähnen, dafs sich die Anordnung der Strahlpumpen an der Kesselrückwand mit dem Kesselrückschlagventile vereinigt nach Bauart Friedmann vielfach findet. Für die Schmierung der Kolben und Schieber finden Schmierpressen nach Friedmann, Ritter, Bourdon und anderen nicht nur bei Heifsdampf, sondern auch bei Nafsdampf ausgedehnte Anwendung und scheinen die Auftrieböler zu verdrängen. Als Sicherheitsventile verwenden die österreichischen und italienischen Bahnen solche mit unmittelbarer Belastung nach Coale, die preufsischen, schweizer und belgischen Bahnen mittels Querstückes belastete Ventile nach Ramsbottom, Wilson. Die Zahl der Sicherheitsventile ist bei belgischen Lokomotiven vier, bei italienischen vielfach drei, wobei das dritte Hebelbelastung besitzt. Lufteinsaugeventile an den Dampfkammern finden sich auch bei Lokomotiven mit Flachschiebern ausgeführt in Österreich und der Schweiz. Besondere Druckausgleichvorrichtung für den Leerlauf aufser Lufteinsaugeventilen besitzen die Lokomotiven Nr. 2 und 27.

Als Sandstreuer kommen vorwiegend mit Dampf oder Prefsluft betriebene Einrichtungen von Gresham, Bruggemann, Leach in Anwendung. Bei den österreichischen und schweizer Lokomotiven sind sie auch in gewöhnlicher Weise zu benutzen.

Eigentliche Rauchverhütungseinrichtungen besitzen nur die deutschen und schweizer Lokomotiven. Die österreichischen Lokomotiven haben die Feuertür von Marek.

Als Geschwindigkeitsmesser wird meist der Haufshälter'sche angewendet. Die belgischen Lokomotiven haben keinen Geschwindigkeitsmesser.

Bei französischen und belgischen Lokomotiven findet sich noch vielfach die Gegendampfbremse nach Le Chatelier. Sonst ist hinsichtlich der Bremsausrüstung nur hervorzuheben, dafs die Drehgestellräder bei den Personen- und Schnellzuglokomotiven mit Drehgestellen, aufser bei den preufsischen Lokomotiven, mit gebremst werden.

In der äufsern Erscheinung fallen vor allem die österreichischen Lokomotiven durch die schöne, eindrucksvolle Gestaltung, durch glatte Ausbildung des Kessels, geordnete Führung der verschiedenen Stangenzüge, und durch den zweck-

*) Nach den Versuchen der badischen Staatsbahnen (XIII. Ergänz.-Band Organ 1903, S. 153) und der Wellington-Manawatueisenbahn (Zeitschr. des Ver. deutscher Ing. 1904, S. 1791) könnte das Verhältnis mit 0.7 angesetzt werden.

**) Bis vor etwa zehn Jahren verwendeten die belgischen Bahnen auch für Schnellzuglokomotiven den Kohlengrus der belgischen Gruben, wobei Rostflächen bis zu 5 qm vorkamen. Bei den Güterzuglokomotiven wurde dieser Heizstoff beibehalten.

***) Eine gröfsere Zahl von Verbundlokomotiven mit Überhitzung ist bei den pfälzischen Bahnen im Dienste, Versuchsausführungen solcher Lokomotiven sind von einer Reihe von Verwaltungen bestellt oder befinden sich schon im Dienste.

*) Erörterungen haben über diese Frage bereits stattgefunden. Berner Z. V. D. I. 1903, S. 729.

mäfsigen einfachen schwarzen Anstrich ins Auge. Bei den belgischen Lokomotiven, die in den Formen nicht unschön sind ohne die früheren Eigentümlichkeiten der viereckigen Schornsteine, finde ich die vielen Messingbeschläge an Schornstein und Kessel nicht passend; im Anstriche sind sie verschieden, der helle grünlich-graue Anstrich der Lokomotive Nr. 10 ist wohl nur für die Ausstellung bestimmt. Die französischen Lokomotiven machen durch die verwickelteren Einrichtungen, und durch die vielen Rohrleitungen am Langkessel einen etwas unruhigen Eindruck.

Bei den Lokomotiven der belgischen Staatsbahnen, der französischen Ost- und Nordbahn ist die Stellung des Führers mit Rücksicht auf die linksstehenden Signale auf die linke Seite verlegt.

Es möge nun ein kurzer Überblick über die Ausstellung der einzelnen Länder folgen.

Deutschland stellte 5 Personenzug- und 4 Güterzug-Lokomotiven, darunter 1 Personenzuglokomotive für die egyptische Bahn und 1 Güterzuglokomotive für die anatolische Bahn, sowie 3 Lokomotiven für Nebenbahnen aus; die Ausstellung der preufsischen Eisenbahnverwaltungen zeigt deren neue Heifsdampflokomotiven.

Österreich war mit wenigen, aber hervorragenden Lokomotiven vertreten: 2 Personenzug-, 2 Güterzug- und 2 Nebenbahn-Lokomotiven. Die österreichische 1. C. 1- und 1. E. 0-, sowie die ungarische 2. C. 0-Lokomotive weisen die gröfsten Heizflächen auf. Aufser der erwähnten Schnellzuglokomotive hatte Ungarn nur eine Feldbahnlokomotive ausgestellt.

Die französische Ausstellung enthält unter den 5 Personenzuglokomotiven die neuesten Lokomotivformen der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und der Ostbahn für hohe Geschwindigkeit, je mit einem Wagenzuge der Gesellschaft zusammen ausgestellt. An Güterzuglokomotiven war aufser der 0. D. 0-Lokomotive für die Eisenbahn Damaskus-Hama nur eine aufsergewöhnliche Form der Nordbahn vorhanden.

Die italienische Ausstellung umfafste, abgesehen von zwei Kleinbahnlokomotiven, 4 Personenzug-, 2 Güterzug- und 1 Verschiebe-Lokomotive.*) Von einer Anzahl neuer leistungsfähiger Lokomotiven eigener Bauart, darunter eine 1. E. 0-Lokomotive für die Apenninenschnellzüge, eine 0. E. 0-Güterzug- und eine 1. C. 1-Personenzuglokomotive, liegt vorläufig nur der Entwurf vor.

Belgien hatte 6 Personenzuglokomotiven, und zwar bis auf eine der 2. C. 0-Bauart angehörig, ausgestellt. Dazu kommen noch 4 Nebenbahnlokomotiven. Von den Hauptbahnlokomotiven waren 4 bereits in Lüttich ausgestellt.

Die Schweiz endlich war mit 2 ebenfalls der 2. C. 0-Bauart angehörenden Schnellzuglokomotiven, 1 der Gotthardbahn und 1 der schweizer Bundesbahnen, mit je einem Wagenzuge ausgestellt, sowie 1 Zahnlokomotive vertreten.

*) Von den italienischen Lokomotiven fehlten im Juni noch 3.

B. Einzelbeschreibung.

I. Personenzug- und Schnellzug-Lokomotiven.

Nr. 1 bis 4. 2/4 gekuppelte 2. B. 0-Zwillings-Lokomotiven.

Nr. 1. Lokomotive der preufsischen Staatsbahnen, Direktion Erfurt, Gattung S 4, gebaut von Henschel & Sohn unter Mitwirkung des Geheimen Baurates Garbe mit Schmidtschem Rauchkammerüberhitzer (Abb. 1, Taf. XIV). Die Lokomotive stimmt in Bauart und Abmessungen im Wesentlichen mit der bereits in Paris ausgestellten, bei den preufsischen Bahnen nun schon in gröfserer Zahl vorhandenen Lokomotiven überein.*) Der Zylinderdurchmesser ist jedoch von 500 auf 540 mm erhöht, ferner ist die Rauchkammer, um Raum für das Ansammeln von Lösche vor dem Überhitzer zu schaffen, von 1500 auf 2000 mm verlängert. Die Lokomotive ist mit Knorrbremse mit 7 kg Druck in den Bremszylindern und Frahmschem Geschwindigkeitsmesser ausgerüstet. Die Ergebnisse der vergleichenden Versuche, denen die Lokomotive unterzogen wurde, sind bekannt.**) Bei 91 km/St. Geschwindigkeit vermochte die Lokomotive 270 t***) auf wagrechter Bahn zu ziehen, entsprechend einer Leistung von 700 P.S.†), 5,3 P.S. auf 1 qm Heizfläche.

Nr. 2. Lokomotive der preufsischen Staatsbahnen, Gattung Sb 4, gebaut von der Maschinenbauanstalt Breslau, ebenfalls unter Mitwirkung des Geheimen Baurates Garbe (Abb. 2, Taf. XIV). Die Lokomotive stellt ein neues leistungsfähigeres Muster der 2. B. 0-Heifsdampf-Schnellzuglokomotiven dar. Sie ist nicht mit dem bisher bei den preufsischen Bahnen üblichen Rauchkammerüberhitzer, sondern mit dem Rauchröhrenüberhitzer von Schmidt ausgerüstet, der auch bei den belgischen Lokomotiven Anwendung gefunden hat. Auf den Ausgleich der hin- und hergehenden Massen ist zur Vermeidung der nachteiligen Wirkungen der Gegengewichte auf den Oberbau vollständig verzichtet; dem Schlingern wird durch eine gut durchgebildete Kuppelung zwischen Lokomotive und Tender vorgebeugt; die Führerstandsvorderwand und Rauchkammertür sind als Windschneiden ausgebildet. Die Ausrüstung umfafst Fern-Spannungs- und Wärmemesser, Mefsvorrichtung

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 408.

**) Organ 1903, S. 14.

***) Die Zuggewichte sind ohne Lokomotive und Tender angegeben.

†) Für die Berechnung der im Folgenden angegebenen Zugkräfte und Leistungen wurde bei geringen Geschwindigkeiten die Clark'sche Formel: $2{,}4 + \frac{V^2}{1300}$ benutzt, bei hohen Geschwindigkeiten die Frank'schen Näherungsformeln, Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 65. Die in der Zusammenstellung der Hauptangaben auf Tafel XII und XIII eingesetzten Zugkräfte sind aus der Formel:

$$Z = (0{,}5)\, \alpha\, p\, \frac{d^2\, h}{D}$$

berechnet, worin (0,5) nur für Vierzylinderlokomotiven giltig, d bei Verbundlokomotiven den Durchmesser des Niederdruckzylinders bedeutet und α aus Zusammenstellung XI Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 78 zu entnehmen ist. Für Heifsdampflokomotiven wurden dieselben Beiwerte α eingesetzt, wie für Nafsdampflokomotiven.

für die Saugwirkung in der Rauchkammer und eine Druckausgleichvorrichtung für den Leerlauf an den Zylindern. Bei den Versuchsfahrten zog die Lokomotive einen Zug von 306 t auf wagerechter Bahn mit 110 km/St. und entwickelte hierbei ungefähr 1150 P.S. Die erreichte Höchschwindigkeit betrug 123 km.

Nr. 3. Lokomotive der egyptischen Staatsbahn Nr. 710 VI, gebaut von Henschel & Sohn (Abb. 3, Taf. XIV). Die Lokomotive erhält durch die grofse, sich breit auf das Untergestell auflagernde Rauchkammer mit dem weit zurückgesetzten Schornsteine, sowie durch den allseits offenen, nur mit einem Dache versehenen Führerstand ein eigenartiges Aussehen. Sie lehnt sich an englische Muster an. Das Untergestell hat vier von vorn nach hinten durchgeführte Längsrahmen, in denen die Triebachse vierfach, die Kuppelachse zweifach gelagert ist; die Zylinder liegen innen, die Steuerung ist die Stephenson'sche. Die Federn der gekuppelten Achsen sind nicht durch Ausgleichhebel verbunden. Eine Besonderheit der Lokomotive ist die Kesselspeisung mittels Dampfspeisepumpe und die Vorwärmung des Speisewassers in drei Vorwärmern durch den Abdampf der Pumpe, einen Teil des Abdampfes der Lokomotive und durch einen in der Rauchkammer liegenden Vorwärmer, der nach Wahl auch als Dampfüberhitzer verwendet werden kann. Aufser der Speisepumpe sind noch zwei Strahlpumpen vorhanden. Als Heizstoff werden Steinkohlen verwendet. Die Leistung ist 160 t/100 km auf wagrechter Bahn oder 600 P.S. 15 solcher Lokomotiven hat das Werk bereits 1901 geliefert.*)

Nr. 4. Lokomotive der belgischen Staatsbahnen, Gattung 18, gebaut von den Werken in Haine-St. Pierre, mit Rauchröhrenüberhitzer der Bauart Schmidt.**) (Abb. 4, Taf. XIV.) Die Bauart der Lokomotive, von der die belgische Staatsbahn jetzt 140 ohne Überhitzer besitzt, schliefst sich an englische Vorbilder an. Die Zylinder liegen innen, die Steuerung ist die Stephenson'sche mit Hebelübersetzung, die Federn der Triebachse sind Schraubfedern ohne Verbindung durch Ausgleichhebel mit den Federn der Kuppelachse. — Die Lokomotive besitzt, wie die übrigen ausgestellten belgischen Hauptbahnlokomotiven Kolbenschieber mit in einander greifenden Dichtungsringen. Die Feuerbüchse reicht ungewöhnlich tief zwischen die Rahmen hinab, da die Lokomotive ausschliefslich mit Prefskohle geheizt wird. Die ganze Heizfläche, einschliefslich der Überhitzerheizfläche, ist dieselbe, wie bei den oben erwähnten Nafsdampflokomotiven. Auf dem Langkessel hinter dem Dome ist ein Dampf-Stromerzeuger für die Zugbeleuchtung nach L'Hoest und Pieper angebracht. — Auf einer 35 km langen Steigung von 4 $^0/_{00}$ befördert die Lokomotive einen Zug von 290 t Gewicht mit 70 km/St, was 870 P.S., 6,8 P.S. auf 1 qm bei drei Triebradumdrehungen in der Sekunde ergibt.

Nr. 5 bis 7. 2/5 gekuppelte 2. B. 1-Lokomotiven.

Alle drei sind Vierzylinderverbundlokomotiven mit nebeneinander liegenden Zylindern und Einachsenantrieb.

*) Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1901, S. 1041.

**) Näheres über diese und die übrigen bereits in Lüttich ausgestellten Lokomotiven Rev. gén. d. ch. de f. 1906; Heft 2 und Glasers Annalen 1906.

Nr. 5. Lokomotive der preufsischen Staatsbahnen, Direktion Hannover, Gattung S 7, gebaut von der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft in Linden (Abb. 5, Taf. XIV).

Die Bauart der Lokomotive, von der die preufsischen Staatsbahnen schon 140 besitzen, ist bekannt.*) Eine Lokomotive dieser Bauart mit Pielocküberhitzer war bekanntlich in St. Louis ausgestellt.

Die in Mailand ausgestellte Lokomotive weist als bedeutsamste Neuerung die Anwendung einer Ventilsteuerung von Lentz auf. Diese ist jedoch nur an den nach aufsen verlegten Hochdruckzylindern angebracht, während die Niederdruckzylinder Kolbenschieber besitzen. Um den Gegendruck vom Verbinder beim Anfahren unwirksam zu machen, ist vom Frischdampfrohre des Verbinders eine Abzweigung mit Rückschlagventil nach der Mitte der Hochdruckzylinder geführt. Die Feuerkiste ragt über Rahmen und Räder hinaus, so dafs die Rostfläche von 2,7 qm mit 1,91 m Breite und nur 1,42 m Länge hergestellt werden konnte. Die Lokomotive hat ferner wie die im Jahre 1904 beschafften 38 Lokomotiven Rippenheizrohre. Dadurch ist die Quadratmeterzahl der Heizfläche von 162 auf 234 erhöht worden. Bezüglich der Ausrüstung der Lokomotive sind die Stabysche Rauchverbrennungseinrichtung und die Westinghouse-Schnellbahnbremse zu erwähnen. Die Drehgestelle des Tenders zeigen nicht die frühere Anordnung einer gemeinsamen Tragfeder für jede Seite, sondern die gewöhnliche Bauart mit Einzeltragfedern. Bei den Probefahrten hat die Lokomotive 112 km/St Geschwindigkeit bei 300 Triebradumdrehungen in der Minute mit anstandslosem Arbeiten der Ventilsteuerung erreicht, und eine Zuglast von 339 t ohne Lokomotive auf einer wagrechten Strecke von 36 km mit einer mittleren Geschwindigkeit von 100 km/St befördert, also 1040 P.S., 4,5 P.S. für 1 qm Rippenrohrheizfläche geleistet.

Nr. 6. Lokomotive der österreichischen Staatsbahnen,**) Gattung 108, gebaut von der böhmisch-mährischen Lokomotivbauanstalt in Prag (Abb. 6, Taf. XIV).

Die Lokomotiven der Gattung 108, wie die übrigen ausgestellten österreichischen Lokomotiven nach Entwürfen des Baurates Gölsdorf gebaut, wurden im Jahre 1901 eingeführt und waren früher die leistungsfähigsten Schnellzuglokomotiven im Gebiete des V. D. E. V. Zur Zeit besitzen die österreichischen Staatsbahnen 24, die Südbahn 9 Lokomotiven dieser Gattung. Das Drehgestell ist nicht seitlich verschiebbar, nur dessen Achsen haben in den Lagern nach jeder Seite 3 mm Spiel; die hintere Laufachse hat Bogenführungen, besitzt jedoch ebenso, wie die Laufachsen bei den übrigen österreichischen Lokomotiven keine Rückstellvorrichtung. Die äufsere Steuerung ist nur zweifach vorhanden, die Schieber der innen liegenden Niederdruckzylinder werden in bekannter Weise mittels wagerecht liegender Welle von den aufsen liegenden Steuerungen mit angetrieben. Diese einfache, jetzt viel-

*) Organ 1906, S. 239; Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1902, S. 991; 1903, S. 117; 1904, S. 956; 1906, S. 637; Engineering 1906, November, S. 720.

**) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 12; Engineering 1906, Oktober, S. 799.

fach verbreitete Anordnung, die bei geeigneter, gleiche Füllung in Hoch- und Niederdruckzylinder ergebender Wahl des Zylinderverhältnisses möglich ist, wurde bei vorliegender Lokomotive zuerst ausgeführt. Der vierachsige Tender, mit sehr grofsen Behältern für 9 cbm Kohlen und 21 cbm Wasser, zeigt ebenso, wie die dreiachsigen Tender der drei übrigen österreichischen Hauptbahnlokomotiven lange seitliche Wassereinfüllöffnungen zur Erleichterung des Anfahrens an den Wasserkran, ferner ein im Wasserbehälter liegendes Rohr für die Unterbringung des Schürhakens. Die Lokomotive zieht bei Verfeuerung von Braunkohle im regelmäfsigen Dienste einen Zug von 240 t auf 10 $^0/_{00}$ Steigung mit einer Geschwindigkeit von 60 bis 65 km/St, was einer mittlern Leistung von etwa 1220 P.S. und einer Zugkraft von 5280 kg entspricht.

Nr. 7. Lokomotive der ungarischen Staatsbahnen, Gattung I n, gebaut von der bahneigenen Maschinenbauanstalt in Budapest (Abb. 7, Taf. XIV).*)

Die Lokomotive besitzt dieselbe Heizfläche und nahezu dieselbe Rostfläche, wie die österreichische 1. C. 1-Lokomotive Nr. 20, ist jedoch ihrer Bauart nach für höhere Geschwindigkeit bestimmt, als diese. Die Bauart zeigt im allgemeinen keine Besonderheiten, die Rahmen sind wegen der aufserordentlich breiten Feuerkiste mit 1,9 m breitem Roste, unter dem sie durchgeführt sind, hinten stark herabgezogen. Die äufsere Steuerung ist wieder zweifach vorhanden, mit wagrecht liegendem Antriebhebel für die inneren Hochdruckschieber. Die Schieber sind Kolbenschieber. Die Anfahrvorrichtung gestattet vollständige Umschaltung. Rauchkammertür und Führerstandsvorderwand sind zugeschärft. Der Tender ist nach Vanderbilt mit zylindrischem Wasserbehälter, auf dessen abgeschrägten Vorderteil der Kohlenkasten aufgesetzt ist, und mit „Diamond"-Drehgestellen ausgeführt. Die Lokomotive zog bei den Versuchen 300 t Zuggewicht auf wagrechter Bahn mit 100 km/St. bei guter Witterung und Verwendung guter Kohle mit sechsfacher Verdampfung und leistete demnach 1000 P.S. Mit einer Zuglast von 75 t wurden 142 km/St Geschwindigkeit erreicht.

Nr. 8.**) Verbundlokomotive der Bauart 1.C.0 der italienischen Staatsbahnen, Gattung 630, gebaut von Ansaldo Armstrong & Co. in Sampierdarena, für die Beförderung von Schnellzügen auf schwierigeren Strecken (Abb. 8, Taf. XIV).

Die Laufachse bildet mit der ersten, seitlich verschiebbaren gekuppelten Achse das bereits eingangs erwähnte Drehgestell. Das Gestell empfängt die Last mittels Wiege und überträgt sie weiter auf die Tragfedern der Laufachse und auf die unterhalb angeordnete Querfeder der Triebachse, während die Last bei dem Kraufs'schen Gestelle bekanntlich unmittelbar auf den Achsen ruht, und der Drehzapfen keine Seitenverschiebung besitzt.

Die Zylinder liegen innen stark geneigt und treiben die mittlere der gekuppelten Achsen, die Dampfkammern mit den Kolbenschiebern in ziemlich weiter Ausladung aufsen über den Rahmen. Der Kreuzkopfantrieb der Heusingersteuerung mufste daher durch einen zweiten Kurbelantrieb ersetzt werden. Die Anfahrvorrichtung ist das selbsttätige Wechselventil von v. Borries. Die Rauchkammertür ist kegelförmig.

Der Entwurf der Lokomotive ist neu; im ganzen ist die Beschaffung von 50 solchen Lokomotiven in Aussicht genommen, von denen vorerst die Hälfte im Bau ist.

Nr. 9 bis 19. 11 3/5 gekuppelte 2. C. 0-Lokomotiven.

Nr. 9. Zwillingslokomotive der belgischen Staatsbahnen, Gattung 35, gebaut von den Werken in La Croyère, mit Schmidt'schem Rauchröhrenüberhitzer (Abb. 9, Taf. XIV).

Die Zylinder liegen innen geneigt und treiben die erste gekuppelte Achse, sie sind gegen die der Lokomotiven derselben Gattung ohne Überhitzer wegen Raummangels nicht vergröfsert. Die Steuerung ist die Stephenson'sche. Die Lokomotive, von der 40 teils mit Rädern von 1700 teils von 1600 mm Durchmesser, darunter 15 mit Überhitzer vorhanden sind, ist für den Dienst von schweren Personenzügen und von Eilgüterzügen bestimmt. Sie soll einen Zug von 375 t auf 13 $^0/_{00}$ Steigung mit 40 km/St. befördern, was bei einer Zugkraft von 7890 kg einer Leistung von 1170 P.S. entsprechen würde.*) Zahlreiche vergleichende Versuche haben für die Überhitzerlokomotiven eine Ersparnis von 12,5 $^0/_0$ an Heizstoff, Prefskohle mittlerer Güte, ergeben.

Nr. 10.**) Lokomotive der belgischen Staatsbahnen mit vier Hochdruckzylindern, gebaut von der Gesellschaft La Meuse in Lüttich, mit Schmidt'schem Rauchröhrenüberhitzer (Abb. 10, Taf. XIV).

Die Zylinder liegen neben einander und treiben die erste der gekuppelten Achsen; da die Schieber innere Einströmung, also der gewöhnlichen entgegengesetzte Bewegungsrichtung besitzen, so bewegt die aufsen liegende Steuerung die innen liegenden Schieber, von deren Stangen aus die äufseren Schieber mit wagrechten Hebeln angetrieben werden. Im Allgemeinen stimmt die Lokomotive mit Nr. 16 überein, mit der sie vergleichenden Beobachtungen unterworfen werden soll. Bei den Probefahrten wurde ein Wagenzug von 327 t auf etwa 4 $^0/_{00}$ Steigung mit durchschnittlich 80 km/St. befördert bei 1220 P.S. Leistung. Eine vollständig gleiche Lokomotive jedoch ohne Überhitzung ist bereits in Dienst gestellt.

Nr. 11 bis 18. Acht Vierzylinderverbundlokomotiven mit zwei inneren und zwei äufseren Zylindern.

Nr. 11. Lokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn, Gattung 25, gebaut von Schneider & Co. in Creusot (Abb. 11, Taf. XIV).

Die dreiteiligen Zylindergufsstücke liegen nahezu neben

*) Engineering 1906, Juli, S. 79.

**) Die Angaben für die italienischen Lokomotiven sind zum Teil der in Rom erscheinenden Zeitschrift L'Ingegneria ferroviaria entnommen.

*) Rev. gén. d. ch. d. fer 1906, S. 130.

**) Der Dampfdruck dieser Lokomotive wird in der amtlichen Beschreibung der in Lüttich ausgestellten belgischen Lokomotiven mit 14,5 kg/qcm, vom Werke dagegen mit 16 kg/qcm angegeben.

einander; die äufseren Hochdruckzylinder treiben jedoch mittels langer Flügelstangen die zweite gekuppelte Achse. Die Steuerung zeigt die Besonderheit, dafs die Füllung der Niederdruckzylinder unveränderlich ist, die Niederdrucksteuerung also nur von der einen in die andere Endstellung umgestellt werden kann. Das Anfahren erfolgt mit Frischdampfzuführung in den Verbinder. Das Drehgestell besitzt nicht nur für Seiten-, sondern auch für Drehbewegungen Rückstellvorrichtungen. Die Rückstellung des Drehgestells wie der ebenfalls seitlich verschiebbaren hintern Kuppelachse wird durch Schrauben- und Keilflächen bewirkt. Bei dieser Lokomotive ist nur die Führerstandsvorderwand zugeschärft, während die früheren Schnellzuglokomotiven der Gesellschaft ausgiebig mit Windschneiden versehen waren. Die Höchstgeschwindigkeit ist 120 km/St.

Die 1904 entworfene Lokomotive, deren die Gesellschaft jetzt 20 besitzt, befördert die schweren, mit grofser Geschwindigkeit verkehrenden Schnellzüge auf der Strecke von Paris nach Nizza, auf der lange Steigungen von $8^0/_{00}$ vorkommen. Bis zu ihrer Einführung waren hierfür 2/4 gekuppelte 2. B. 0-Lokomotiven in Verwendung.

Nr. 12. Lokomotive der französischen Ostbahn, Gattung 11, gebaut von den Bahnwerkstätten in Epernay (Abb. 12, Taf. XIV).

Die Lokomotive zeigt die ursprüngliche de Glehn'sche Bauweise, bei der Hoch- und Niederdruckzylinder gegen einander versetzt sind. — Ein Kolbenschieber der Lokomotive, mit dem gegenüber den früheren Flachschiebern wesentlich gröfsere Kanalquerschnitte und damit gröfsere Völligkeit der Arbeitsflächen der Schaubilder erreicht wurde, ist für sich ausgestellt.*) Der Langkessel trägt zwei durch ein inneres Rohr verbundene Dome. Auch bei dieser Lokomotive ist nur die Führerstandsvorderwand zugeschärft. Besondere Sorgfalt ist an dieser und der andern Lokomotive der Ostbahn, Nr. 25, der Schmierung des Laufwerkes zugewendet; die Ölgefäfse für die Achsschenkel sind am Kessel angebracht, die Ölzuführung ist einstellbar. **)

Die neu entworfene Lokomotive, von der die Gesellschaft 30 besitzt, ist bestimmt, die 2. B. 0-Lokomotive von 1899 im schweren Schnellzugdienste zu ersetzen.

Nr. 13. Lokomotive der italienischen Staatsbahnen, Gattung 690, gebaut von E. Breda, Mailand (Abb. 13, Taf. XV). ***)

Diese Lokomotive, von der die italienischen Staatsbahnen 43, darunter 12 von Borsig, für die Beförderung der Schnellzüge auf den wichtigen Strecken Venedig-Mailand und Mailand-Rom besitzen, war zum ersten Male in Paris 1900 als Lokomotive der ehemaligen Südbahn, adriatisches Netz vorgeführt,*) und erregte durch die vom Gewöhnlichen abweichenden Gedanken in ihrer Bauart: Fahrt mit der Feuerkiste voran, Drehgestell unter der Feuerkiste, beide Hochdruckzylinder auf der einen, beide Niederdruckzylinder auf der andern Seite, Mitführung des Wassers in einem besondern Kesselwagen Aufmerksamkeit, die beiden Hochdruck- und die beiden Niederdruck-Zylinder werden von je einem aufsen liegenden Kolbenschieber mit Heusinger-Antrieb gesteuert. Die in Paris ausgestellte Lokomotive hatte glatte Heizröhre von 166,7 qm, während die in Mailand ausgestellte Rippenrohre von 206 qm Heizfläche besitzt.

Nr. 14 und 15. Lokomotiven der belgischen Staatsbahnen, Gattung 8, erstere gebaut von der Gesellschaft St. Léonard in Lüttich, letztere von den Werken in Tubize (Abb. 14, Taf. XV).

Die Lokomotiven stimmen in den Gröfsenverhältnissen und im Ansehen völlig überein. Das Vierzylindertriebwerk zeigt die Bauart de Glehn, auch ist die Steuerung wie bei den französischen Lokomotiven getrennt für Hoch- und Niederdruckzylinder verstellbar. Die Lokomotive von Tubize hat Serve-Rohre, wodurch eine Heizfläche von 239,4 qm gegenüber 176,7 der Lokomotive von St. Léonard erzielt wurde. Sie hat ferner vollständige Umschaltvorrichtung für das Anfahren mit „Servomoteur", sowie Flachschieber, am Hochdruckzylinder mit Entlastung, während die Lokomotive von St. Léonard nur Einrichtung für Frischdampfzuführung in den Verbinder und Kolbenschieber besitzt.

Die Zahl der vorhandenen Lokomotiven dieser Gattung, die seit einem Jahre gebaut wird, beträgt 50.

Nr. 16. Lokomotive der belgischen Staatsbahnen, Gattung 19b, gebaut von Cockerill in Seraing (Abb. 15, Taf. XV).

Die Lokomotive hat Zweiachsenantrieb mit nahezu neben einander liegenden Zylindern und gemeinsame Steuerung mit wagrechten Zwischenhebeln für die Kolben-Schieber einer Seite. Die Besonderheit der Lokomotive ist der Rauchröhren-Überhitzer von Cockerill**) für Überhitzung des Verbinder-Dampfes. Bei der Vorführung der Lokomotive in Lüttich war der Überhitzer zu Versuchszwecken mit Umschaltvorrichtung für zweistufige Überhitzung und für Überhitzung vor dem Niederdruckzylinder allein versehen. Das für sich ausgestellte Drehgestell der Lokomotive, angewendet auch bei den Lokomotiven Nr. 10, 14, 15, zeigt die bei den belgischen Staatsbahnen neu eingeführte Bauart mit Wiege, kugelförmiger mittlerer Auflagerpfanne und vier Einzeltragfedern***).

Nr. 17. Lokomotive der Gotthardbahn, gebaut von der schweizerischen Lokomotivbauanstalt in Winterthur (Abb. 16, Taf. XV).

Die Lokomotive, deren Entwurf aus dem Jahre 1894 stammt, und von der die Gotthardbahn jetzt 30 besitzt, war bekanntlich eine der ersten der 2.C.0-Bauart auf europäischen

---

*) Näheres über den Kolbenschieber der Ostbahn, Org. 1906, S. 62, über die der Einführung vorausgegangenen Versuche: Bulletin de la Soc. des Ing. Civ. 1902, September.

**) Der Schmierung scheint allgemein in Frankreich besondere Aufmerksamkeit beim Baue und im Betriebe zugewendet zu werden. Der Ölverbrauch für eine französische 2. B. 1-Lokomotive wird zu 25 bis 30 gr/km angegeben. Rév. gén. d. ch. d. f. 1905, S. 167, 1901, S. 312.

***) Engineer 1906, Oktober, S. 344; Engineering 1906, September, S. 423; Oktober, S. 457.

*) Organ 1901, S. 55; Rev. gén. 1901, S. 411.

**) Organ 1906, S. 65.

***) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 244, Abb. 279. Die älteren belgischen Lokomotiven besitzen ein Drehgestell nach Abb. 280 desselben Werkes.

Bahnen*). Das Triebwerk ist nach de Glehn angeordnet, die Kolbenschieber der innen liegenden Hochdruckzylinder werden mittels wagerecht liegender Welle von den Steuerungen der aufsen liegenden Niederdruckzylinder angetrieben. Letztere besitzen entlastete Flachschieber. Das Anfahren erfolgt mit Hülfsdampf im Verbinder. — Die schraubenförmigen Tragfedern der ersten Ausführung sind durch Blattfedern ersetzt. Aufser der durchgehenden Bremse hat die Lokomotive Luftgegendruckbremse. Die Lokomotive befördert 140 t Last auf 26 ‰ Steigung mit 38 km/St. Geschwindigkeit und leistet hierbei 960 P.S. bei 6800 kg Zugkraft.

Nr. 18. Lokomotive der schweizer Bundesbahnen, ebenfalls von der schweizerischen Lokomotivbauanstalt in Winterthur gebaut (Abb. 17, Taf. XV).

Die Lokomotive, im Jahre 1902 für die Jura-Simplonbahn entworfen, stimmt in Ausführung und Abmessungen nahezu mit Nr. 17 überein, nur hat sie gröfsere Triebräder, da sie auf wagrechten Strecken mit 100 km/St. fahren soll. Die Hochdruckzylinder liegen nicht wie bei Nr. 17 innen, sondern aufsen. Alle Zylinder haben entlastete Flachschieber, die Hochdruckschieber werden von Heusinger-, die Niederdruckschieber von Joy-Steuerungen angetrieben. Die Tenderdrehgestelle haben aus einem Barrenstücke gebildete Seitenrahmen und gemeinsame Tragfedern für die Räder einer Seite. Das Eigengewicht beträgt nur etwa 100 % des Wasservorrats. Die schweizer Bundesbahnen haben 35 Lokomotiven dieser Gattung. Die Lokomotive befördert 300 t Last auf 10 ‰ Steigung mit 50 km/St. Geschwindigkeit und leistet hierbei 1040 P.S. bei 5600 kg Zugkraft.

Nr. 19. Zwilling-Schmalspurlokomotive des algerischen Netzes der französischen Staatsbahnen, Gattung B. 12, gebaut von der elsässischen Maschinenbaugesellschaft, Werk Belfort. (Abb. 18, Taf. XV.)

Diese Lokomotive bietet keine Besonderheiten.

Nr. 20. 1. C. 1-Vierzylinder-Verbundlokomotive der österreichischen Staatsbahnen**), Gattung 119, gebaut von der Lokomotivbauanstalt Floridsdorf. (Abb. 19, Taf. XV.)

Diese für die Beförderung schwerer Schnellzüge in hügeligem Gelände und auf anschliefsenden Flachlandstrecken bestimmte Lokomotive stellt einen neuen sehr beachtenswerten Entwurf Gölsdorfs dar. Die vier Zylinder liegen neben einander, die Hochdruckzylinder innen, und treiben die mittlere der gekuppelten Achsen, sie sind daher stark geneigt. Die Steuerungsanordnung ist dieselbe wie die der 2.B.1-Lokomotive Nr. 6. Weder die vordere, noch die hintere im Bogen einstellbare Laufachse besitzt Rückstellvorrichtung. Durch die Anordnung einer hintern Laufachse konnte dem Roste 2100 mm Breite gegeben werden. Der Kessel hat hinten einen kegelförmigen Schufs. Durch die grofsen Abmessungen der Zylinder: Durchmesser 370/630, Kolbenhub 720 mm, erreicht die Zugkraft den hohen Betrag von 8900 kg.

Bei Verfeuerung von Braunkohle befördert die Lokomotive im regelmäfsigen Dienste 200 t auf 22,5 ‰ Steigung mit 35 bis 40 km/St., leistet also im Mittel 1060 P.S. bei 7700 kg Zugkraft. Die österreichischen Staatsbahnen besitzen 10, die Südbahnen 2 solche Lokomotiven, weitere 10 für erstere sind im Bau.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 19.

**) Organ 1906, S. 1.

II. Tenderlokomotiven für Personenzüge.

Nr. 21. 2.B.2-Zwillingslokomotive der französischen Nordbahn, gebaut von der Bahnwerkstätte in Paris (Abb. 20, Taf. XV).

Diese Lokomotivgattung wurde bereits im Jahre 1901 eingeführt*), sie ist für den Verkehr auf den Pariser Gürtel- und Vorortlinien der Nordbahn bestimmt. Die beiden Drehgestelle sind nicht seitlich verschiebbar, dafür sind die Spurkränze der beiden gekuppelten Achsen schwächer gedreht. Das aufsen liegende Triebwerk hat Heusinger-Steuerung und gewöhnliche Flachschieber. Die Auflagerung des Stehkessels erfolgt wie allgemein bei der französischen Nordbahn mit Rollenlagern**). Reglerhebel, Steuerungshandrad und Bremsventil sind wegen des Wechsels der Fahrrichtung doppelt vorhanden; die Steuerungspindel liegt unter dem Führerstande und wird durch Kegelradantrieb verstellt.

Nr. 22. 0.C.0-Verbundlokomotive der italienischen Staatsbahnen, Gattung 885, gebaut von E. Breda, Mailand (Abb. 21, Taf. XV).

Die Lokomotive, die erste ihrer Gattung, ist für leichte Züge auf Haupt- und Nebenbahnen bestimmt. Sie hat Rippenheizrohre, Heusinger-Steuerung, entlastete Flachschieber und die Anfahrvorrichtung von v. Borries.

Nr. 23. 1.C.1-Verbundlokomotive der italienischen Staatsbahnen, Gattung 910, gebaut von Ansaldo Armstrong & Co. in Sampierdarena (Abb. 22, Taf. XV).

Die beiden Endachsen sind in Bogenführungen einstellbar und haben Federrückstellung. Die Schwinge der Heusinger-Steuerung ist aus baulichen Gründen hinter der Triebachse, der mittlern Achse, angeordnet, der Hochdruckzylinder hat Kolbenschieber, der Niederdruckzylinder entlasteten Flachschieber. Die Wasserbehälter sind nicht an den Seiten, sondern in drei Teilen vor der Rauchkammer, unter dem Langkessel und unter dem Führerstande untergebracht, unter entsprechender Höherlegung des Kessels. Reglerhebel, Steuerungsrad, Bremse sind wegen der Benutzung der Lokomotive in beiden Fahrrichtungen an der Seitenwand des Führerstandes angebracht. Die Lokomotive hat aufser der Handbremse eine Dampfbremse, deren Anstellhahn mit dem Westinghouse-Ventil gekuppelt ist. Zwölf Lokomotiven dieser für die Schnellzüge auf den schwierigen sizilischen Strecken 1905 entworfenen Gattung sind im Dienste, weitere 30 im Baue. Die Lokomotive befördert 200 t auf wagerechter Strecke mit 70 km/St., 125 t auf 26 ‰ Steigung mit 25 km/St. und leistet in letzterm Falle 500 P.S. bei 5500 kg Zugkraft.

Nr. 24. 2.C.2-Vierzylinderverbundlokomotive der Reichseisenbahnen, gebaut von der elsässischen Maschinenbaugesellschaft, Werk Grafenstaden (Abb. 23, Taf. XV).

Die Lokomotive hat de Glehn sche Triebwerksanordnung, Flachschieber, getrennte Verstellbarkeit der Steuerungen für Hoch- und Niederdruck-Zylinder, Umschaltanfahrvorrichtung

*) Rev. gén. d. ch. d. f. 1901, S. 307.

**) Organ 1905, S. 228.

und flache Feuerkistendecke. Beide Drehgestelle sind seitlich verschiebbar. Die Wasserbehälter sind an den Seiten und unter dem Führerstande angeordnet. Aufser mit der Westinghouse-Bremse ist die Lokomotive mit einer Dampfbremse ausgerüstet.

Die umfassenden Versuche*), die mit der Lokomotive zu Beginn 1906 angestellt wurden, ergaben als Höchstleistung etwa 900 P.S. bei Beförderung eines Zuggewichtes von 200 t mit 60 km/St. auf 10 ‰ Steigung. Seit 1905 wurden 10 dieser Lokomotiven beschafft.

Nr. 25. 2.C.2-Vierzylinderverbundlokomotive der französischen Ostbahn, Gattung 8, gebaut von der elsässischen Maschinenbaugesellschaft, Werk Belfort (Abb. 24, Taf. XV).

Die Lokomotive stimmt in der allgemeinen Ausführung mit Nr. 24 überein, hat jedoch gröfsere Abmessungen und höheren Dampfdruck. Die Dampfverteilung wird durch Kolbenschieber bewirkt. Der Steuerungsbock mit Spindel ist wegen des Wechsels der Fahrrichtung doppelt vorhanden, mit Verbindung unter dem Führerstande. Für die bei der französischen Ostbahn eingeführte, Dampf- und geprefste Luft verwendende Heizung nach Lancrenon ist eine zweite Luftpumpe vorhanden. Die Ostbahn hat seit 1905 20 Lokomotiven dieser für den Nah-Verkehr von Paris bestimmten Gattung beschafft.

III. Güterzuglokomotiven mit Tender.

Nr. 26. 0.C.0-Verbundlokomotive der italienischen Staatsbahnen, Gattung 320, gebaut von der Bauanstalt Saronno (Abb. 25, Taf. XVI).

Diese in Italien in grofser Zahl vorhandene Lokomotive weicht in der allgemeinen Bauart nicht vom gewöhnlichen ab, hat jedoch besonders grofse Triebräder und wird auch viel im Personenzugdienste verwendet. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt 65 km/St.

Nr. 27. 0.D.0-Zwillingslokomotive der preufsischen Staatsbahnen, Direktion Hannover, Gattung G 8, gebaut von der Stettiner Maschinenbau-A.-G. Vulcan; mit Rauchkammerüberhitzer der Bauart Schmidt (Abb. 26, Taf. XVI).

Die Bauart der Lokomotive, die zu den von Garbe**) 1902 aufgestellten Entwürfen für Heifsdampflokomotiven gehört, ist bekannt, ebenso das Ergebnis der mit der Lokomotive angestellten vergleichenden Versuche***). Von der ersten Ausführung zeigt die in Mailand ausgestellte Lokomotive nur geringe Abweichungen. Der Zylinderdurchmesser beträgt 600 statt 550 mm. Triebachse ist die dritte Achse, die zweite Achse hat geringes seitliches Spiel. Die Schieber sind wie bei Nr. 2. Kolbenschieber nach Schmidt. Die Lokomotivbremse ist eine Dampfklotzbremse. Von der 0.D.0-Bauart sind auf den preufsischen Staatsbahnen 140 vom Vulcan gebaute Lokomotiven in Dienst.

Die Leistungen der Lokomotive sind:

Auf wagrechter Strecke: 1450 t Zuggewicht bei 50 km/St. oder 1210 P.S., auf 5 ‰ Steigung: 1035 t Zuggewicht bei 30 km/St. oder 990 P.S., auf 10 ‰ Steigung: 635 t Zuggewicht bei 30 km/St. oder 1020 P.S.

*) Vergl. Leitzmann, Organ 1906, S. 131, 309 und 335.

**) Organ 1902, S. 56, 75 und 93.

***) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 411 und 418; Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1904, S. 1358.

Nr. 28. 0.D.0-Zwillingslokomotive der Eisenbahn Damaskus-Hama, gebaut von der Maschinenbauanstalt Denain, frühere Werke Cail, Frankreich (Abb. 27, Taf. XVI).

Die hintere Kuppelachse ist seitlich verschiebbar. Die Steuerung ist die Stephensonsche und liegt aufsen. An der Kopfschwelle ist ein Schienenräumer amerikanischer Bauart angebracht. Die Lokomotive zeichnet sich durch verhältnismäfsig grofse Heizfläche aus.

Nr. 29. 1.D.0-Zweizylinder-Verbundlokomotive der anatolischen Eisenbahn, gebaut von A. Borsig (Abb. 28, Taf. XVI).

Die Laufachse hat Bogenführung, die zweite und vierte Kuppelachse seitliches Spiel, da bei der Bahn Krümmungen von 200 m Halbmesser vorkommen. Die Allan-Steuerung liegt innen. Die Anfahrvorrichtung besteht in einem Wechselventile der Bauart Dultz. Die Lokomotive hat Dampfklotzbremse und, wie Nr. 28, einen Schienenräumer amerikanischer Bauart.

Die Lokomotive, von der das Werk 1904 7 gebaut hat, befördert auf der Strecke Biledjik-Iné-Oeunu Züge von 200 t Gewicht auf Steigungen von 25,5 ‰ mit 18 km/St., wobei die Zugkraft 8000 kg beträgt.

Nr. 30. 2.D.0-Zweizylinder-Verbundlokomotive der italienischen Staatsbahnen, Gattung 750, gebaut von G. Miani Silvestri und Co., A. Grondona Comi und Co. Mailand*) (Abb. 29, Taf. XVI).

Das Drehgestell trägt die Lokomotive in kugelförmiger Auflagerfläche und Wiege. Die hintere Kuppelachse hat in Achs- und Zapfen-Lagern seitliches Spiel; die Steuerung ist die von Heusinger; der Hochdruckzylinder hat Kolbenschieber, der Niederdruckzylinder entlastete Flachschieber. Zum Anfahren dient ein selbsttätiges Wechselventil. Der hintere der beiden Kesselschüsse ist kegelförmig. Die 2,80 m lange Feuerbüchse mit einem Roste von 4,4 qm ist nach Wootten mit Feuerbrücke und Verbrennungskammer ausgeführt. Die Heizfläche ist mit 160 qm klein, das Verhältnis zur Lokomotivlast H : L ist nur 2,24, offenbar nimmt die grofse Feuerbüchse sehr viel Gewicht in Anspruch.

Die Lokomotive, von der zuerst 1904 von Ansaldo Armstrong 20 gebaut wurden, versieht den Dienst auf der Gebirgstrecke von Genua nach Ronco am Giovipasse mit 21 km langer Steigung zum gröfsten Teil von 16 ‰.

Nr. 31. 0.E.0-Zweizylinder-Verbundlokomotive der österreichischen Staatsbahnen, Gattung 180, gebaut von der Lokomotivbauanstalt vormals G. Sigl in Wiener Neustadt**) (Abb. 30, Taf. XVI).

Die beiden Endachsen und die Mittelachse sind in Achs- und Zapfen-Lagern seitlich verschiebbar, sodafs Bogen von 200 m Halbmesser durchfahren werden können. Infolge der grofsen Entfernung der Triebachse, der vierten Achse, von den Zylindern sind die Gleitschienen getrennt vom Zylinder angebracht, über die Räder der zweiten Achse sich erstreckend. Die lange

*) Engineering, Band LXXV, 1903, S. 415.

**) Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1906, S. 1217; Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 38.



Kolbenstange hat eine Zwischenführung; die Steuerung ist wie bei Nr. 32 die Heusingersche. Der Niederdruckzylinder hat mit 850 mm den gröfsten bei den ausgestellten Lokomotiven vorkommenden Durchmesser. Der Kessel trägt die bisher in Österreich üblich gewesenen zwei, durch äufseres Rohr verbundenen Dome.

Die 0.E.0-Lokomotive ist in Österreich schon seit 1900 eingeführt, jetzt sind 120 dieser Gattung vorhanden. Bei der Erprobung im Jahre 1900 beförderte die Lokomotive einen Zug von 600 t Gewicht auf 10 ‰ Steigung mit 26 bis 28 km/St. entsprechend einer Zugkraft von 8950 kg und einer Leistung von 900 P.S. Die erreichte höchste Geschwindigkeit war 70 km/St.

Nr. 32. 1.E.0.-Vierzylinder-Verbundlokomotive der Reichseisenbahnen, gebaut von der elsässischen Maschinenbaugesellschaft, Werk Grafenstaden (Abb. 31, Taf. XVI).

Die Laufachse liegt in einem Drehgestelle, die hintere Kuppelachse ist seitlich verschiebbar mit Rückstellung durch geneigte Ebenen. Die Spurkränze der zweiten und dritten Achse sind schwächer gedreht. Die Lokomotive hat wie Nr. 24 Zweiachsenantrieb, getrennte Verstellbarkeit der Hoch- und Niederdruck-Steuerungen, Flachschieber und Umschaltanfahrvorrichtung. Die aufsen liegenden Hochdruckzylinder haben Heusinger-, die innen liegenden Niederdruckzylinder Stephenson-Steuerung. Die Bremsung der Lokomotivräder erfolgt durch eine Dampfbremse. Die grofse Kesselheizfläche von 250,6 qm wird durch Serve-Rohre erreicht.

Auch diese Lokomotive, von der die Reichseisenbahnen seit 1904 fünf beschafften, wurde ausgedehnten Versuchen zur Feststellung der Leistungsgrenze unterzogen. Die Höchstleistung von 1150 P.S. wurde auf einer Steigung von 12,6 ‰ mit einem Zuge von 356 t und einer Geschwindigkeit von 41 km/St. erreicht. Einen Zug von 605 t befördert die Lokomotive auf der gleichen Steigung mit 20 km/St., bei einer Zugkraft von 11000 kg.

Nr. 33. 1.E.0.-Vierzylinder-Verbundlokomotive der österreichischen Staatsbahnen mit Überhitzer, gebaut von der Maschinenbauanstalt der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft*) (Abb. 32, Taf. XVI).

Die Lokomotive ist die erste der von Gölsdorf neu entworfenen Gattung 280, die für die Beförderung der schweren Schnellzüge auf den österreichischen Gebirgstrecken, zunächst am Arlberg an Stelle der nicht mehr ausreichenden 1.D.0.-Verbundlokomotive bestimmt ist.

Die Laufachse ist in bogenförmigen Führungen einstellbar, die zweite und fünfte der gekuppelten Achsen sind in Achs- und Zapfenlagern seitlich verschiebbar. Die mittlere gekuppelte Achse mit zylindrischer Lauffläche an den Rädern ohne Spurkränze ist Triebachse für die vier Zylinder, die neben einander in stark geneigter Lage angeordnet sind. Die Steuerungsanordnung ist wie bei Nr. 6. Der Rost besitzt das gröfste bei den ausgestellten Lokomotiven vorkommende Mafs von 4,6 qm, das mit 2,82 m Länge und 1,63 m Breite erreicht wurde. Der Kessel, der für sich ausgestellt war, hat mittleren kegelförmigen Schufs. Bemerkenswert an der Lokomotive ist die hier zuerst ausgeführte Bauart des Überhitzers, der in einfacher Weise durch den vordersten, durch eine Wand vom Wasserraume abgeschlossenen Teil des Langkessels gebildet wird.*)

Die Lokomotive ist noch nicht erprobt, soll aber auf 25 ‰ Steigung 280 bis 300 t mit ungefähr 30 km/St. befördern, bei 11000 kg Zugkraft und 1220 P.S.

IV. Tenderlokomotiven für Güterzüge.

Nr. 34. 0.E.0.-Zwillingslokomotive der preufsischen Staatsbahnen, Direktion Essen, Gattung T 16, gebaut 1905 nach den Angaben Garbes von der Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vormals L. Schwarzkopff, mit Rauchkammerüberhitzer und Kolbenschiebern nach Schmidt (Abb. 33, Taf. XVI).

Die beiden Endachsen und die Mittelachse sind wie bei der österreichischen 0.E.0.-Lokomotive seitlich verschiebbar. Wie bei dieser sind auch hier wegen der grofsen Entfernung der Triebachse, der vierten Kuppelachse, von den Zylindern die Gleitschienen bei der zweiten Kuppelachse angeordnet und die langen Kolbenstangen durch besondere Lager geführt. Der Wasservorrat ist teils an den Seiten, teils zwischen den Rahmen untergebracht. Bei den Versuchsfahrten beförderte die Lokomotive einen Zug von 1441 t auf einer Steigung von 8,3 ‰ mit 11 km/St., einer Zugkraft von 16000 kg entsprechend. Die Höchstleistung betrug etwa 1000 Dampfdruck-P.S.

Nr. 35. 6/8 gekuppelte 0.C.1.-1.C.0.-Verbundlokomotive der französischen Nordbahn, Gattung 6, mit zwei Triebgestellen der Bauart Meyer, gebaut von den Bahnwerkstätten in Paris**) (Abb. 34, Taf. XVI).

Der Kessel ruht mit Führerstand und hinteren Wasser- und Kohlen-Kästen auf einem mittlern, von vorn bis hinten durchlaufenden Kastenträger, der selbst wieder mit Kugelzapfen auf dem vordern, mittels ebener Auflagerfläche auf dem hintern Gestelle liegt. Die vorderen Wasserkästen sind unmittelbar auf dem Drehgestelle angebracht. Die Zylinder und die Laufachsen sind an den einander zugekehrten Enden der Gestelle angeordnet, die Hochdruckzylinder am hintern, die Niederdruckzylinder am vordern Gestelle. Die Schieber sind entlastete Flachschieber. Das Anfahren geschieht mittels Hülfsdampf. Das Blasrohr hat eine neue, für sich ausgestellte Einrichtung zur Veränderung des Querschnittes, Hohlkegel mit schraubenförmigen Führungsflügeln für den Dampf.

Aufser der in Mailand befindlichen Lokomotive, die auch in Lüttich ausgestellt war, besitzt die Nordbahn eine weitere Lokomotive dieser Gattung, die gegenwärtig im Dienste erprobt wird. Die Lokomotive ist für die Beförderung der Eil-Kohlenzüge von den Kohlengruben Nordfrankreichs nach Paris bestimmt; sie beförderte bei den Leistungsversuchen 1000 t auf 10 ‰ Steigung mit 20 km/St., auf ebener Strecke soll sie mit nahezu derselben Last nach dem Entwurfe 50 bis 60 km/St. erreichen. Die Zugkraft beträgt im ersten Falle 14000 kg, die Leistung im zweiten etwa 1000 P.S. Bei der während der Versuche erreichten Höchstgeschwindigkeit von 84 km/St. lief die Lokomotive noch vollkommen ruhig.

Nr. 36. 2/2 gekuppelte 0.B.0-Tender-Lokomotive der Eisenbahn Verona-Caprino-Garda. (Abb. 35, Taf. XVI.)

*) Zeitschrift „Die Lokomotive", 1906, Heft 6; Engineering 1906, Oktober, S. 556.

*) Nach Garbe, Dampflokomotiven der Gegenwart, wurde diese Überhitzerbauart bereits 1896 von Clench angegeben.

**) Organ 1906, S. 105; Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1906, S. 153.

V. Tenderlokomotiven für Nebenbahnen und Verschiebedienst.

V. 1. Für Regelspur.

Die Lokomotiven ohne Besonderheiten sind im folgenden nicht angeführt.

Nr. 37. 0. C. 0-Lokomotive der preufsischen Staatsbahnen, gebaut von der Hannover'schen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vormals G. Egestorff, mit Pielock-Überhitzer (Abb. 36, Taf. XVI).

Die Lokomotive entspricht im allgemeinen der Regel-Tenderlokomotive der preufsischen Staatsbahnen, hat jedoch etwas gröfsere Abmessungen und einen Raddruck von 6 t. Als Besonderheit zeigt die Lokomotive Lentz'sche Ventilsteuerung und eine neue Umsteuerung ebenfalls von Lentz mit verstellbarer Aufsermittelscheibe. *)

Nr. 38. 0. C. 0-Tender-Lokomotive der italienischen Eisenbahn Bari-Locorotondo. (Abb. 37, Taf. XVII.)

Nr. 39. 0. C. 0-Verschiebelokomotive der italienischen Staatsbahnen, Gattung 835, gebaut von E. Breda, Mailand (Abb. 38, Taf. XVII).

Die italienischen Bahnen besafsen bisher keine ausschliefslich für den Verschiebedienst bestimmten Lokomotiven, die ausgestellte Lokomotive ist die erste dieser Art. Sie ist mit Dampf- und Hand-Bremse ausgerüstet.

Nr. 40. 0. D. 0.-Verbundlokomotive der österreichischen Staatsbahnen, Gattung 178, gebaut von der Lokomotivbauanstalt Kraufs und Co., Werk Linz a. D.**) (Abb. 39, Taf. XVII).

Die zweite und vierte Achse sind seitlich verschiebbar, in der Heusinger-Steuerung ist die Schwinge nach Gölsdorf durch einen Winkelhebel ersetzt.***) Diese kräftige Nebenbahnlokomotive mit nur 5,1 t Raddruck befördert bei Verfeuerung von Braunkohle 150 t auf 25 $^0/_{00}$ Steigung mit 20 km/St., die Zugkraft beträgt hierbei 5300 kg, die Leistung 400 P.S.

Nr. 41. 0. B. 0-Schmalspur-Tenderlokomotive der Eisenbahn Fossana-Mondovi. (Abb. 40, Taf. XVII.)

Nr. 42. 0. C. 0-Schmalspur-Tenderlokomotive der belgischen Nebenbahnen. (Abb. 41, Taf. XVII.)

V. 2. Für Schmalspur.

Nr. 43. 0. D. 2.-Lokomotive der niederösterreichischen Landesbahnen, gebaut von Kraufs und Co., Werk Linz a. D. mit Schmidt'schem Rauchröhrenüberhitzer, Kolbenschiebern und Heusinger-Steuerung (Abb. 42, Taf. XVII).

Die Lokomotive ist für das Durchfahren sehr scharfer Krümmungen eingerichtet. Die dritte Achse, die Triebachse, ist ohne Spurkränze ausgeführt, die zweite und vierte Achse sind seitlich verschiebbar. An den vordern Innenrahmen setzt sich hinten ein die Feuerkiste umfassender verbreiterter Aufsenrahmen an. Der Tender ruht auf einem zweiachsigen Drehgestelle und ist mit der Lokomotive in einem unter der Feuerkisten-Vorderwand liegenden Drehpunkte gekuppelt; bei Drehung um diesen Punkt verschiebt er in der Art des Kraufs'schen Drehgestelles die vierte Achse.

Nr. 44. 0. B. 0-Strafsenbahnlokomotive von E. Breda. (Abb. 43, Taf. XVII.)

VI. Strafsenbahnlokomotiven.

Nr. 45 und 46. 0. C. 0.-Lokomotiven der belgischen Nebenbahngesellschaft für Regelspur.

Die belgische Nebenbahngesellschaft besitzt ein ausgedehntes Netz, dessen Linien zum Teil auf den Landstrafsen liegen; die beiden Lokomotiven Nr. 45 (Abb. 44, Taf. XVII) und 46, die für solche Linien bestimmt sind, sind daher nach Art der Strafsenbahnlokomotiven mit umlaufenden Seitenwänden und Dach versehen. Steuerung, Regler und die sonstige Ausrüstung sind an beiden Endbühnen angebracht. Die Wasserbehälter befinden sich an den beiden Längsseiten, sodafs das Herumgehen um den Kessel nicht möglich ist und die Lokomotiven von zwei Mann bedient werden müssen.

VII. Lokomotiven verschiedener Art.

Nr. 47. Kranlokomotive von A. Borsig, mit zwei gekuppelten Achsen und einer Laufachse für Regelspur.

Die Lokomotive ist zum Verschiebedienste in Werken und auf Anschlufsgleisen bestimmt und mit einem Dampfkrane versehen, um gleichzeitig das Ausladen schwerer Stücke zu besorgen.*)

Nr. 48. 0. B. 0-Werklokomotive mit zwei gekuppelten Achsen, gebaut von der Maschinenbauanstalt in Denain, frühere Werke Cail für Regelspur (Abb. 45, Taf. XVII).

Die Lokomotive hat stehenden Kessel mit Field-Röhren.

Nr. 49. 0. D. 0.-Feldbahnlokomotive, gebaut von der Maschinenbauanstalt der ungarischen Staatseisenbahnen in Budapest mit zweiachsigem Tender für 760 ^{mm} Spur (Abb. 46, Taf. XVII).

Die beiden Endachsen sind nach Klien-Lindner einstellbar, sodafs Krümmungen von 20 ^{m} durchfahren werden können. Die Lokomotive ist für Holzfeuerung eingerichtet. Zum Wassernehmen ist sie mit einer Schöpfvorrichtung versehen.

Nr. 50. 0. C. 0-Zahnlokomotive der Brünigbahn, gebaut von der schweizerischen Lokomotivbauanstalt in Winterthur, für vereinigten Reibungs- und Zahnbetrieb**) und 1000 ^{mm} Spur. (Abb. 47, Taf. XVII).

Die Zylinder der Zahnradmaschinen liegen nicht, wie bei den bisherigen Ausführungen, innerhalb der Rahmen, sondern aufsen über den Zylindern der Maschinen für den Reibungsantrieb; die vier Zylinder sind gleich. Auf den Reibungstrecken arbeiten die Lokomotiven als Zwillingslokomotiven, auf den Zahnstrecken als Vierzylinder-Verbundlokomotiven, eine Anordnung, die erstmals von Klose ausgeführt wurde, und bei der das nötige Zylinderverhältnis durch entsprechend raschere Umlaufzahl der Niederdruck-Zahnradmaschinen hergestellt wird.

Die Lokomotive ist im Jahre 1905 entworfen und bereits mehrfach ausgeführt.

*) Organ 1906, S. 243; Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1906, S. 637.

**) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 53.

***) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I, S. 277.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 1. Auflage, Band IV, S. 382; Zeitschr. des Vereines deutscher Ingenieure 1905, S. 751.

**) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 1. Auflage, Band IV, S. 494; Schweizerische Bauzeitung 1906, Band I, S. 285.

Verbesserung an Wasserkranen.

Von **O. Busse**, Eisenbahndirektor in Kopenhagen.

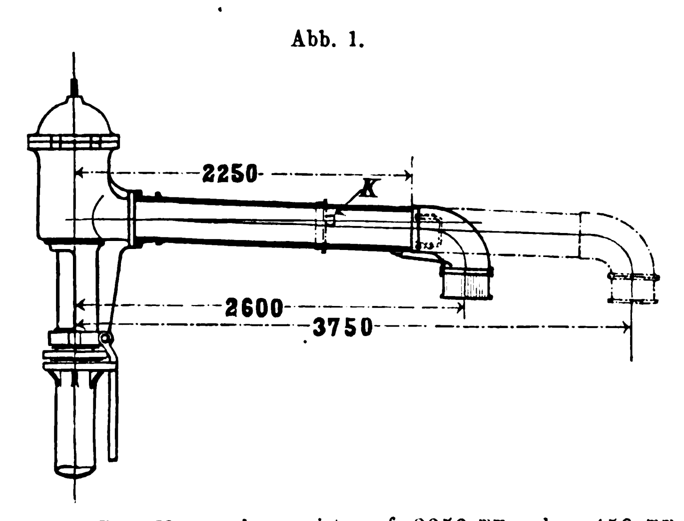
Das schnelle Füllen der Lokomotivtender ist eine wichtige Aufgabe im hurtigen Schnellzugbetriebe, die zwar durch grofse Rohrabmessungen und hohen Wasserdruck gefördert wird, die aber auch schnelles und richtiges Anfahren der Zuglokomotive an den Kran bedingt. Das beste Mittel in dieser Beziehung ist die von Gölsdorf angegebene Verlegung der Wassereinläufe des Tenders an die beiden Seitenwände und ihre Erstreckung auf die ganze Tenderlänge. In ähnlichem Sinne, aber nicht so ausgiebig, wirkt die Verbreiterung der Wasseröffnung in der Querrichtung des Tenders*).

Nun gibt es aber viele Tender, die blofs Öffnungen von etwa 0,5 m Breite haben, der Umbau dieser Öffnungen würde schwer ins Geld laufen.

Ich habe mich deshalb gefragt, ob die Abhülfe nicht am Wasserkrane gesucht werden kann; denn der Umbau von wenigen Kranen für eine Schnellzugstrecke bringt ebensoviel Nutzen, wie die Abänderung einer sehr grofsen Anzahl von Tendern.

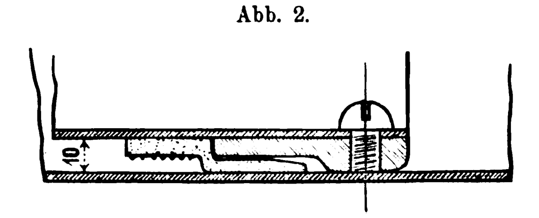
Meine erprobte Lösung der Frage ist in Textabb. 1 an-

Abb. 1.



gegeben. Der Kranausleger ist auf 2250 mm, also 450 mm kürzer als der Abstand von Gleismitte abgeschnitten und mit einem Bunde und einer durch Kupferdraht befestigten Manschettendichtung versehen, wie man Schläuche an Rohrstücke befestigt (Textabb. 2). An den Krümmer wurde ein Rohr gelötet, das den Kranausleger längsverschieblich ummantelt und gegen diesen durch die Manschette abgedichtet

Abb. 2.

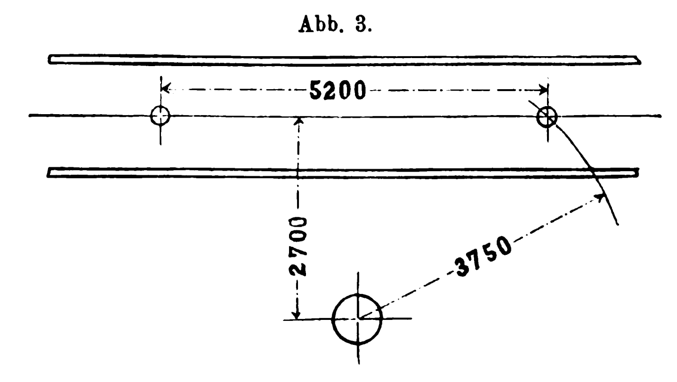


ist. Am andern Ende des Rohres ist ein Führungsring mit zwei Ausschnitten angebracht, die über zwei um 150° versetzte Knaggen K geschoben werden können, wenn das Krümmerrohr um 180° gedreht wird. In der Grundstellung stöfst der Ring gegen die Knaggen und begrenzt den Auszug des Rohres. In ganz eingeschobener Stellung ist der Ausleger auf 2600 mm verkürzt, um ihn leichter am vordern Wagen vorbeischwingen zu können.

Ein Röhrchen führt von einem Loche im Mantelrohre in den Ausgufs, und dient dazu, bei ganz eingeschobenem Krümmer das Wasser zu entleeren, welches möglicherweise zwischen die beiden Rohre gedrungen ist und dort bei Frost Schaden verursachen könnte.

Das Mantelrohr hat zwei Handgriffe, an denen der Heizer das Rohr mit geringem Kraftaufwande ausziehen und über die

Abb. 3.



Tenderöffnung stellen kann. Durch diese einfache Verbesserung der Wasserkrane ist die Anfahrlänge nach Textabb. 3 auf 5,2 m gebracht.

*) Organ 1898, S. 119, Schaefer.

Wagen der Zentral Cordoba-Bahn, Argentinien.

Von **Ch. King**, Oberingenieur der Bauanstalt Borsig, Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 13 bis 18 auf Tafel XVIII.

Die zahlreichen in Europa gebauten Schmalspur-Bahnen dienen in der Regel nur als Verbindungsglieder, die den Hauptbahnen die Frachten zuführen, sodafs ihr Verkehr mehr oder weniger die Eigenarten des Ortsverkehres zeigt.

In Argentinien sind die Schmalspurlinien oft die einzigen Eisenbahn-Verbindungen und haben Frachten und Reisende auf sehr lange Strecken zu befördern. Man kann schon von Rosario bis zur Bolivischen Grenze auf einer Meterspurlinie von ungefähr 1350 km Länge fahren, während die Entfernung von Rosario bis Tucuman über Cordoba 950 km beträgt. Die Lokomotiven müssen daher für einen solchen Verkehr nicht nur ungewöhnlich leistungsfähig sein, sondern auch grofse Mengen von Wasser und Heizstoff tragen können. Die Wagen werden ohne Ausnahme mit zwei Drehgestellen gebaut, da sie grofse Frachten mitzunehmen haben.

Für den durchgehenden Verkehr der Reisenden laufen

Züge, die nur aus Speise- und Schlaf-Wagen bestehen. Diese sind in der vollkommensten Weise ausgestattet und darauf berechnet, dem Reisenden während einer langen und ermüdenden Reise über die weiten Ebenen der argentinischen Republik so viel Bequemlichkeiten wie möglich zu verschaffen.

Durch das Entgegenkommen des Betriebsleiters dieser Linie, Herrn A. Kettler, ist der Verfasser in der Lage, die Skizzen der Küchen- und Speise-Wagen in Abb. 13 bis 18, Taf. XVIII mitzuteilen. Die Hauptabmessungen zeigen die Gröfse dieser Wagen; es ist bemerkenswert, dafs in dem Küchenwagen nicht nur die Mahlzeiten für die Passagiere vorbereitet werden, auch die Bäckerei und ein Schlafraum für die Angestellten sind dort untergebracht.

Das Innere der Speisewagen ist vorzüglich ausgestattet, und es verdient besondere Beachtung, dafs die Wagen in den Werkstätten dieser Linie in Cordoba selbst unter Herrn Kettlers Leitung gebaut worden sind. Die allgemeine Anordnung ist nicht nur aufserordentlich zweckmäfsig, sondern auch sehr gefällig, und entspricht dem heutigen Geschmacke. Wie der Schreiber dieses bezeugen kann, sind die Leistungen der Küche höchst befriedigend.

Für viele Reisende, welche die Entwickelung der Bahnen der Argentinischen Republik während der letzten Jahre nicht verfolgt haben, werden diese Mitteilungen in mancher Beziehung überraschend sein.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Maschinen- und Wagenwesen.

Zahnradlokomotive für die Manitou und Pike's Peak-Eisenbahn.

(Railroad Gazette 13. Juli 1906, S. 40. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XVIII.

Die Lokomotive ist nach der Vauclain-Verbundbauart von den Baldwin-Lokomotivwerken erbaut. Sie besitzt drei mit Zahnrädern Abt'scher Bauart versehene Triebachsen, von denen die vordere durch Schwinge und Triebstangen von dem gemeinsamen Kreuzkopfe der Dampfzylinder, die übrigen durch Kuppelstangen angetrieben werden. Die Wasserbehälter liegen sattelförmig auf und neben dem Kessel. Letzterer ist so gelagert, dafs die Heizröhren wagerecht liegen, wenn die Lokomotive auf einer Steigung von 16 % steht. Die Feuerbüchse ist über die aufsenliegenden Rahmen verbreitet und wird durch flüssigen Heizstoff, Petroleum, geheizt. Die Behälter hierfür liegen zu beiden Seiten der Feuerbüchse (Abb. 1—7, Taf. XVIII). Aus ihnen wird das Petroleum einem Vorwärmer zugeführt, der seitlich unter der Feuerbüchse angebracht ist, Der Vorwärmer wird durch Dampf geheizt; er besteht aus zwei zylindrischen Röhren von 31 mm und 76 mm Durchmesser, letzterer ist durch einen Asbestmantel gegen Wärmeverluste geschützt.

Der Brenner liegt am vorderen Ende der Feuerbüchse und ist mit seiner Mündung gegen das mit der Feuerbüchsrückwand liegende, aus feuerfesten Steinen hergestellte Futter gerichtet, das im oberen Teile eine Stärke von 243 mm hat. Die Verbrennungsluft wird durch eine Öffnung von 232 mm Durchmesser auf der hintern Seite der Feuerkiste eingeführt. Der Boden der Feuerbüchse ist mit 63 mm starken feuerfesten Steinen ausgelegt.

Die Handgriffe der Ölzuflufshähne, des Reglers für den *Dampfzutritt* zum Brenner und des Dampfventiles für den Vorwärmer liegen auf der Seite des Heizers und werden von diesem bedient.

Die Lokomotive ist mit Dampf-, Hand- und Wasserbremse ausgerüstet. Die Dampf- und Handbremse sind Bandbremsen und arbeiten auf die erste und zweite Achse. Die Handbremse ist mit einem Hülfsdampfzylinder versehen, durch den sie im Notfalle in Tätigkeit gesetzt werden kann. Dieser liegt unter dem hinteren Ende der Feuerbüchse. Die Wasserbremse wird durch einen Schieber betätigt, welcher mit dem untersten Probehahne in Verbindung steht.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinderdurchmesser: Hochdruck d .	254	mm
Zylinderdurchmesser: Niederdruck d_1	381	«
Kolbenhub h	610	«
Rostfläche R	1,83	qm
Heizfläche H	56,2	«
Dampfüberdruck p	14,8	at
Länge der Heizrohre	2438	mm
Durchmesser der Heizrohre . . .	38,1	«
Anzahl der Heizrohre	176	
Länge der Feuerkiste	1219	mm
Breite « «	1507	«
Stärke der Seitenwände und der Rückwand	7,8	«
Stärke der Decke	9,5	«
« « Rohrwand	11,2	«
Inhalt der Wasserbehälter	2,73	cbm
« « Petroleumbehälter . . .	1,48	«
Ganzer Achsstand	3150	mm
Gewicht der Lokomotive L . . .	61	t
Zugkraft im Ganzen Z	11500	kg
Verhältnis Z : H	205	kg/qm
« Z : L	188,5	kg/t
« H : R	30,5	

H—t.

Beleuchtung der Eisenbahn-Personenwagen durch Gasglühlicht.*)

(Revue générale des chemins de fer 1906, Oktober, S. 215. Mit Abb.)

Auf Grund von Lichtmessungen und längeren vergleichenden Versuchen mit der Laterne mit stehendem Glühkörper, Bauart der französischen Ostbahn**), und solcher mit hängendem, kugelförmigem Glühkörper, Bauart der französischen Westbahn***) kommt die Verwaltung der französischen Ostbahn zu folgenden Schlüssen:

Das hängende Gasglühlicht macht einen gefälligern Eindruck als das stehende, die gröſsere Helligkeit des erstern ist aber nur scheinbar, denn die Lichtmessungen haben gezeigt, daſs die Lichtverteilung bei den beiden Brennern nicht gleich ist: beim hängenden Gasglühlicht ist die Helligkeit unmittelbar unter der Laterne gröſser, während für die Beleuchtung der von den Reisenden vorgezogenen Eckplätze der stehende Glühkörper vorteilhafter ist. Das stehende Glühlicht kommt nur sehr selten in Unordnung, und seine Flamme paſst sich sowohl dem Fettgase mit geringem Verbrauche, als auch dem Steinkohlengase mit bedeutend höherm Verbrauche gut an.

Die stehenden Glühkörper zeigten sich viel widerstandsfähiger, als die von der französischen Ostbahn bis jetzt versuchten hängenden, die mittlere Dauer der letztern war rund 3,5 mal geringer. Der stehende Glühkörper ist bequemer auszuwechseln als der hängende kugelförmige, und sein Zerbrechen oder die Zerstörung seines Aufhängebügels sind von geringeren unangenehmen Folgen hinsichtlich der Beleuchtung des Wagenabteiles. Bei den bei der französischen Ostbahn derzeit im Betriebe gewesenen 9014 Wagenlaternen für stehendes Gasglühlicht ist niemals ein völliges Erlöschen des Lichtes beobachtet worden; dagegen ist es bei den Laternen für hängendes Gasglühlicht häufig vorgekommen, daſs die Abteile während der Fahrt völlig dunkel waren, obgleich Einrichtungen getroffen sind, beim Bruche eines kugelförmigen Glühkörpers die Bruchstücke aufzufangen und zurückzuhalten.

Auch hinsichtlich der Sparsamkeit ist der stehende, gerade Glühkörper dem hängenden kugelförmigen beträchtlich überlegen.

Die Mehrausgabe, welche durch Einführung des hängenden Gasglühlichtes statt des stehenden entstehen würde, wird auf 6,50 M für Jahr und Laterne geschätzt, oder für in Frage kommende 17000 Laternen auf 110500 M. Diese Erhöhung der Ausgaben liegt nur in dem Kaufpreise der Glühkörper, sie umfaſst nicht die Kosten, welche durch die schwierigere Bedienung der Laternen mit hängendem Glühkörper und durch die häufigere Auswechselung der letzteren entstehen.

Diese Erfahrungen wurden bei der Verwendung von Fettgas gemacht, für hängendes Gasglühlicht ist nach Ansicht der Ostbahn das Steinkohlengas geeigneter. Die Wahl der einen oder andern Beleuchtungsart hängt von der Geldfrage und den besonderen Verhältnissen des Bahngebietes und seiner Betriebsmittel ab.

Die Bauart der Laterne der französischen Ostbahn wurde nach Benehmen mit der »Société internationale d'Eclairage par le Gaz d'Huile« festgesetzt, während bei der Wahl der Glühkörper die »Société Française d'Incandescence par le Gas, système Auer«, und die »Société la Couronne« hinzugezogen wurden. —k.

*) Organ 1905, S. 32; 1906, S. 104 und 186; 1907, S. 35.

**) Organ 1905, Taf. XI, Abb. 4.

***) Organ 1906, Taf. XXII, Abb. 12.

Über die Abweichung von der runden Form unter äuſserm Drucke bei Flammrohren aus Wellblech.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1906, S. 1779. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 12b auf Tafel XVIII.

Ein Vorzug der Wellrohre gegenüber den glatten Flammrohren besteht in ihrer Längselastizität und der damit verbundenen erhöhten Lebensdauer. Jedoch sind bei dieser Rohrart Einbeulungen, manchmal bis zu bedeutender Tiefe, keine Seltenheit. Sie haben ihre Ursache in:

1. Wassermangel. In Abb. 8, Taf. XVIII entspricht die Stärke der Überstrichelungen der Wärme des Bleches. Diese häufige und zunächst nicht gefährliche Art der Beulenbildung kann durch Ansammeln und Festbrennen von Schmutz in der Tasche zu gefährlichen Riſsbildungen führen. Die Einbeulung darf daher nicht lange im Betriebe bestehen bleiben.
2. Fettgallerte, besonders häufig bei Schiffskesseln, da dort die Einrichtungen zum Entölen des Niederschlagswassers nicht immer zweckentsprechend gebaut sind, oder unsachgemäſs bedient werden (Abb. 9a und 9b, Taf. XVIII). Hier ist ein Zurückdrücken durch Kolbenpressen möglich, wenn das Blech von Haus aus hohe Dehnung hat und die Einbeulung nicht sehr tief ist.
3. Wärmeunterschiede besonders der Teile über und unter dem Roste. Beim Erkalten gehen die vorher ungleichmäſsig erwärmten Teile nicht wieder vollkommen in die alte Lage zurück. Die anfangs unmerkliche Unrundigkeit verstärkt sich nach jeder Betriebspause. Der Vorgang wird beschleunigt, sobald sich über dem Roste Kesselstein ansetzt oder künstlicher Zug angewendet wird. Der Lokomotivkessel (Abb. 10a bis 10c, Taf. XVIII) läſst den Unterschied zwischen Einbeulungen dieser Art und den durch Wassermangel oder Fettgallerte entstandenen erkennen. Sie sind fast stets leicht zu beseitigen.

Die Einbeulungen sind häufig mit mehr oder minder starker Riſsbildung verbunden. Liegt über dem Roste eine durch Aufflanschung und Stemmring gebildete Rundnaht, so tritt wegen der Unnachgiebigkeit dieser Verbindung beim Zusammendrücken häufig ein Riſs ein. Dasselbe gilt für mangelhaft hergestellte Schweiſsnähte. Wesentlich kleiner und daher nicht lebensgefährlich sind Riſsbildungen in genieteter Rundnaht.

Um ein Urteil über das zulässige Maſs einer Einbeulung zu gewinnen, wurden mit dem Rohre (Abb. 10a, Taf. XVIII), das diese Einbeulung in einem etwa 300tägigen Betriebe bei hoher Rostbeanspruchung erhalten hatte, kalte Druckproben vorgenommen. Zu diesem Zweck wurde der Druck allmälig gesteigert, bis bei 43 at bleibende Beulen entstanden. Ein bis 15 at fallender Druck genügte, um die Beule (Abb. 10c, Taf. XVIII) zu erzeugen. Bei 23 at sperrte man den Druckzylinder

von der Pumpe ab, und es ergab sich die Rohrform (Abb. 12a und 12b, Taf. XVIII), die den Druck von 23 at längere Zeit ohne bleibende Veränderung trug.

Hieraus ergibt sich bei 5 kg/qmm Spannung im Betriebe und 26 kg/qmm Elastizitätsgrenze gegen diese eine Sicherheit von $\frac{26}{5} = 5{,}2$. Da der Betriebsdruck 12 at, der höchste Versuchsdruck 43 at betrug, so ist die Sicherheit $\frac{43}{12} = 3{,}6$ fach, also bei einer Unrundigkeit von 35 ^{mm} von 5,2 auf $3{,}6 = 68\,^0/_0$ gesunken. Wächst die Unrundigkeit auf 167 ^{mm}, wozu 23 at nötig sind, so ergibt sich $\frac{23}{12} = 1{,}9$; also gegen 5,2 ein Abfall auf $38\,^0/_0$.

Zur Beurteilung des Wertes dieser Untersuchungen sei bemerkt, dafs Versuche im Betriebszustande bei heifsem Wasser und lebhaftem Wärmedurchgange durch das Wellrohr wahrscheinlich Abweichungen von den jetzt erhaltenen Ergebnissen gebracht haben würden. Abb. 11, Taf. XVIII zeigt die Entstehung der Einbeulung während des 300tägigen Betriebes, gemessen an der Welle Nr. 7 (Abb. 10a). Das fast gleichmäfsige Ansteigen der Linie zeigt, dafs als Grund der Entstehung der Einbeulung weniger der äufsere Druck als die ungleiche Erwärmung über und unter dem Roste anzusehen ist. Da nämlich äufserer Druck ein stark unrundes Rohr viel leichter verändert, als ein schwach unrundes, so hätte die Linie in ihrem letzten Teile wesentlich schneller ansteigen müssen als anfangs.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, dafs die Frage, ob und wann ein im Betriebe unrund gewordenes Flammrohr erneut dem Probedruck ausgesetzt werden und in diesem Zustande genehmigt werden soll, oder ob es zuvor durch Pressen rundgerichtet werden soll, zur Zeit noch nicht endgültig zu entscheiden ist. Da allgemeine Regeln über die zulässige Unrundigkeit nicht bestehen, so ist man in solchen Fällen allein auf die Bestimmung angewiesen, dafs unter dem Probedrucke keine dauernden Veränderungen entstehen dürfen. Wenn man indes berücksichtigt, dafs sich auch andere Kesselteile: der Verstärkungsring des Domloches, fast alle Anker und alle ebenen Flächen bezüglich ihrer Beanspruchung durch den Betrieb nicht berechnen lassen, so kann man auch ein unrundes Wellrohr als zulässig erachten, so lange es vorstehender Bestimmung genügt. Rgl.

Elektrische Eisenbahnen.

Die Wasserkräfte des Tessin und der elektrische Betrieb der Gotthardbahn.

(Schweizerische Bauzeitung 1906, Oktober, Bd. XLVIII, S 185.)

Die Leitung der Gotthardbahn hat vom Kanton Tessin die Berechtigung zur Ausnutzung der Wasserkräfte in der obern Leventina erworben.

Nach dem bezüglichen Vertrage wird der Gotthardbahn das Recht eingeräumt, das Wasser des Val Cadlimo, des Medelser Rhein, über den Passo dell'Uomo in das Pioratal einzuleiten, die so zu gewinnende Wasserkraft mit der des Ritomsees zu vereinigen, diesen letztern, nach Umständen auch die anderen Seen des Pioratales, nach Belieben künstlich zu stauen und zu senken, sowie die Abflüsse dieser Seen nach freiem Ermessen künstlich zu regeln, um die vorhandenen Wasserkräfte in möglichst wirtschaftlicher Weise auszunutzen. Ferner erhält die Gotthardbahn das Recht zur Ausnutzung des Tessinwassers in beliebigen Mengen und des Tessingefälles auf der Flufsstrecke von Rodi-Fiesso bis Lavorgo, sowie zur Ausnutzung der Wasserkraft am Tremorgiosee nebst seinen Zu- und Abflüssen, zur Ausnutzung der Wasserkraft an den Gewässern der Val Piumogna mittels Herstellung von künstlichen Seen, sowie zur Ausnutzung der Wasserkräfte an den übrigen Gewässern von der Tremola, diese inbegriffen, bis nach Lavorgo.

Diese Berechtigungen werden der Gotthardbahn und ihren mutmafslichen Rechtsnachfolgern, den schweizerischen Bundesbahnen, auf eine Dauer von 50 Jahren erteilt und sollen der schweizerischen Eidgenossenschaft auf ihren Wunsch nach Ablauf von 50 Jahren ohne erschwerende Bedingungen und Abänderungen erneuert werden.

Als Gegenleistung für die erteilten Berechtigungen entrichtet die Gotthardbahn eine einmalige Entschädigung von 243000 M und eine jährliche Entschädigung von 76950 M an den Kanton.

Die Gotthardbahn ist berechtigt, die aus den Wasserkräften gewonnene Arbeit zu Zwecken der Bahn und des Bahnbetriebes sowohl längs den auf der Südseite des Gotthard gegenwärtig bestehenden eigenen Linien, den ganzen Gotthardtunnel Airolo-Göschenen inbegriffen, sowie auf allen etwa künftig im Kanton Tessin entstehenden neuen Linien der schweizerischen Bundesbahnen zu verwerten. Ferner hat die Gotthardbahn das Recht, solche Linien, die zwar nicht ihr selbst gehören, von ihr jedoch betrieben werden, und welche von der Landesgrenze nach Anschlufspunkten des italienischen Bahnnetzes führen, beispielsweise die Linie Dirinella-Luino, mit den zur Verfügung gestellten Wasserkräften zu betreiben.

Die Wasserkräfte dürfen aufser zur eigentlichen Zugbeförderung auch beansprucht werden zur Beleuchtung, Heizung und Lüftung der Fahrzeuge und der der Bahn gehörenden und zu Bahnzwecken dienenden Gebäulichkeiten, zur Lüftung und Beleuchtung von Tunneln, zum Betriebe von Ladevorrichtungen, Kranen, Pumpen, Drehscheiben, Schiebebühnen, Werkstätten und dergleichen, zur Ausübung des Verschiebedienstes auf den Bahnhöfen und den Anschlufsgleisen, zur Bedienung der Schneepflüge, bei Arbeiten für Ausbesserungen der Bahn, sowie bei Herstellung etwaiger neuer Linien der schweizerischen Bundesbahnen. B—s.

Meſsergebnisse und Betriebserfahrungen an der Einphasen-Wechselstromlokomotive auf der vollspurigen Bahn Seebach-Wettingen.

(Schweizerische Bauzeitung 1906, September, Bd. XLVIII, S. 159. Mit Abb.)

Auf der Strecke Seebach-Wettingen der schweizerischen Bundesbahnen wird seit dem 16. Januar 1905 von der Bauanstalt Oerlikon ein Versuchsbetrieb mit Einphasen-Wechselstrom von 15000 Volt vorgenommen. Der Betrieb wurde zunächst für Strom von 100 Wechseln in der Sekunde mittels einer Umformerlokomotive durchgeführt. Durch Übergang auf 30 Wechsel wurde am 10. November 1905 der Betrieb mit der Umformerlokomotive eingestellt; diese wurde seither entsprechend der geänderten Wechselzahl umgebaut.

Seit dem 11. November 1905 wurde der Versuchsbetrieb mit einer Einphasenlokomotive bei einem Strome von 15000 Volt und 30 Wechseln in der Sekunde unverändert weitergeführt.

Es werden zwei Wechselstrom-Reihen-Triebmaschinen von 200 P.S. verwendet. Während einer ununterbrochenen Betriebsdauer von acht Monaten vom 11. November 1905 bis 11. Juli 1906 haben die Stromabnehmer und Bürstenhalter ohne jede Reinigung und Bedienung tadellos gearbeitet, die Stromabnehmer haben ihr blankes Aussehen behalten. Die ersten Kohlenklötze, die sich ohne erhebliche Abnutzung vollkommen glatt eingeschliffen haben, sind noch heute im Betriebe. Störende Funkenbildungen sind weder beim Anfahren noch beim Fahren mit Stromstärken bis 1000 Amp. zu bemerken.

Die Messungen sind mittels Wattmeter, Voltmeter und Ampèremeter auf der Lokomotive selbst vorgenommen, und zwar unmittelbar an den stromzuführenden Hochspannungsleitungen, sie umfassen also den ganzen Spannungsumsatz zwischen Oberleitung-Stromabnehmer und Schienenrückleitung. Die Ablesungen wurden alle 10 Sekunden vorgenommen und die Ergebnisse nachher zeichnerisch dargestellt. Gleichzeitig erfolgte die Aufnahme der Geschwindigkeitslinie der fahrenden Lokomotive selbsttätig mittels eines Kloseschen Geschwindigkeitsmessers. Alle Messungen wurden am 10., 11. und 13. Juli vorgenommen und mehrmals für die folgenden Zuggewichte gleichmäſsig durchgeführt:

1. Zuggewicht = 40 t, alleinfahrende Lokomotive,
2. Zuggewicht = 130 t, Lokomotive mit einer angehängten Last von 90 t,
3. Zuggewicht = 210 t, Lokomotive mit einer angehängten Last von 170 t.

Die Lokomotive selbst hätte wohl den Betrieb mit schwereren Zügen erlaubt, indes reichte hierzu die Leistungsfähigkeit des Elektrizitätswerkes nicht aus.

Für das Aufwärtsbefahren einer Strecke von 8 $^0/_{00}$ Neigung wurden bei ungefähr richtigem Beharrungzustande für die verschiedenen Zuggewichte folgende Erhebungen gemacht.

1. Zuggewicht 40 t, Geschwindigkeit 42 km/St. Leistung = 74 K.W., $\cos \varphi = 0{,}84$.
2. Zuggewicht 130 t, Geschwindigkeit 41 km/St. Leistung = 235 K.W., $\cos \varphi = 0{,}93$.
3. Zuggewicht 210 t, Geschwindigkeit 38 km/St. Leistung = 335 K.W., $\cos \varphi = 0{,}95$.

Für das Befahren einer wagerechten Strecke wurden bei ungefähr richtigem Beharrungzustande für die verschiedenen Zuggewichte folgende Erhebungen gemacht.

1. Zuggewicht 40 t, Geschwindigkeit 50 km/St. Leistung = 47,5 K.W., $\cos \varphi = 0{,}83$.
2. Zuggewicht 130 t, Geschwindigkeit 40 km/St. Leistung = 105 K.W., $\cos \varphi = 0{,}87$.
3. Zuggewicht 210 t, Geschwindigkeit 34 km/St. Leistung = 155 K.W., $\cos \varphi = 0{,}91$.

Ferner wurde der ganze Arbeitsverbrauch der Hin- und Herfahrt auf einer 6,2 km langen Strecke gemessen. Nach diesen Messungen lassen sich die Wattstunden für 1 tkm aufstellen, wobei sich für die drei Zuggewichte ergibt:

1. 40,5 W.St./tkm, 2. 26,7 W.St./tkm, 3. 23,3 W.St./tkm.

Bei Annahme eines Zugwiderstandes von 6 kg/t erhält man für 1 tkm eine theoretische Arbeit von 6 . 1000 kgm $= 6000 \frac{9{,}81}{3600}$ Wattstunden = 16,35 Wattstunden. Durch Weiterführung der Linie des Wattstundenverbrauches für 1 tkm ergibt sich für ein Zuggewicht von 300 t bei voller Ausnutzung der Lokomotive ein Verbrauch von 20,5 W.St./tkm und demnach für die Lokomotive ein theoretischer Wirkungsgrad von $\frac{16{,}35}{20{,}5} = 80\,\%$.

Mittels der Einphasen-Wechselstromlokomotive ist es auch leicht, für alle möglichen Zuggewichte einen vorgeschriebenen Fahrplan streng einzuhalten. Die für die entsprechende Regelung der Triebmaschine notwendige Spannungsänderung läſst sich mit sehr hohem Wirkungsgrade durch Ab- und Zuschaltung von Wickelungsabteilungen des Hauptabspanners bewerkstelligen.

B—s.

Technische Litteratur.

Die Bauarbeiten am Simplon-Tunnel. Von Dr. R. Pressel, Professor an der Technischen Hochschule in München. Sonderabdruck aus der Schweizerischen Bauzeitung. Zürich 1906. 2,00 M.

Die vorliegende Arbeit soll die im Jahre 1902 auch als Sonderdruck aus der Schweizerischen Bauzeitung erschienene, von S. Pestalozzi verfaſste, bis 1901 reichende Bearbeitung desselben Gegenstandes vervollständigen.

Eine bildliche Darstellung des Arbeitsfortschrittes, eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Maschinenbohrung, der Arbeiterzahlen, der Luft- und Wasser-Verhältnisse, des vierteljährlichen Fortschrittes an Ausbruch und Mauerung werden vorangestellt. Auf der Nordseite, wo lange Zeit hindurch der mittels der Brandt'schen Bohrmaschine erreichte durchschnittliche tägliche Stollenfortschritt 6,2 m betrug, sind besonders bemerkenswert der Stolleneinbau in den Druckstrecken und

die Mafsnahmen zur Bekämpfung der Hitze im Berginnern durch Wasserkühlung.

Im April 1903 betrug die Gesteinswärme am Stollenort I 56 ° C, die Luftwärme 25 bis 31,5 ° C. Die mit zunehmender Entfernung vom Mundloche flacher werdende Schichtung gab im weniger druckhaften Gebirge Veranlassung zum Aufgeben des Firststollenbetriebes und zum Übergange zur Firstschlitzbauart.

Das Überschreiten des Gefällscheitels von Norden her zwang schliefslich zur Arbeit im Gegengefälle und zur Wasserhebung. Auf der Südseite ist die Darstellung der Schwierigkeiten wesentlich, welche unliebsame Verzögerungen im Baufortschritte hervorriefen. Hier sind namentlich der aufsergewöhnliche Gebirgsdruck im weichen Glimmerkalke und die zahlreichen, durch prächtige Lichtbilder zur Anschauung gebrachten Wassereinbrüche im ganzen von 1200 l/Sek. zu nennen. Seitenschub und Sohlenhebungen machten starke Mauerungen und Sohlengewölbe auch im zweiten Stollen erforderlich. Der Vorgang beim Vollausbruche und der Mauerung in der Druckstrecke, das Unterhöhlen, dann das Ausweiten und die Ausmauerung des Tunnelquerschnittes auf gemauerten Lehrbögen um den aus eisernem Rahmenwerke hergestellten Stolleneinbau, durch den der Arbeitszugbetrieb gehen mufste, erscheint als eine der mühsamsten und bewunderungswürdigsten Arbeiten, die im Tunnelbau geleistet sind.

Zur Kühlung konnte man auf der Südseite keine kalte Quelle benutzen. Der Verfasser schliefst mit einem Hinweise auf die Leistungsfähigkeit der in ihrer Zweckmäfsigkeit von anderer Seite angezweifelten*) Zweistollenbauweise, welche es gestattete, die nötige Luftmenge vor Ort zu schaffen und mittels Erweiterung zu eingleisigen Tunneln, deren zweiter noch auszuführen bleibt, die Druckstrecke ohne Änderung des Bauplanes zu überwinden.

Beide besprochenen Arbeiten sind wertvolle, aus eigener Erfahrung hervorgegangene Beiträge zu den Fortschritten im Tunnelbau. W—e.

Brockhaus' Kleines Konversationslexikon. Fünfte vollständig neu bearbeitete Auflage. In zwei Bänden. Zweiter Band**) L bis Z. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1906.

Gestalt und Inhalt dieses Schlufsbandes bestätigen die Richtigkeit unserer früheren Besprechungen des Werkes. Es ist zu bewundern, mit wie sicherm Überblicke es gelungen ist, das ganze menschliche Wissen auf so knappen Raum und doch in solcher Vollständigkeit zusammenzudrängen, dafs ein wirkliches Unterrichten über alle Gegenstände möglich geworden ist.

Daneben bildet das Werk einen schlagenden Beleg für die staunenswerten Fortschritte, die die Kunst der bildlichen Wiedergabe in den letzten Jahren gemacht hat. Farbendrucke, unter Zuhülfenahme des erhabenen Druckes bei den Briefmarken, Holzschnitt, Zinkätzung in Linien und Netzflächen, Lichtdruck, kurz alle Darstellungsmittel sind aufgewendet, um die behandelten Gegenstände auch im Bilde vorzuführen, unter diesen Darstellungen finden sich viele Tafeln von hervorragender Schönheit und Farbenpracht, sodafs nicht nur das Wissen bereichert, sondern auch der Sinn für Schönheit angeregt wird.

Wir verfehlen hiernach nicht, das vortrefflich gelungene Werk unserm Leserkreise nochmals bestens zu empfehlen.

*) Vergl. Organ 1906, S. 234. Ferner C. J. Wagner, Der Bau des Simplon-Tunnels und H. Keller, Die Quellen des Simplon-Tunnels. Zentralblatt der Bauverw. 1906, Nr. 31.

**) Organ 1906, S. 130.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Unione tipografico editrice Torinese. Turin, Mailand, Rom, Neapel, 1906.

Heft 220, Vol. II, Teil III, Kap. XIII. Erleuchtung der Bahnhöfe von Ingenieur D. Fiorentini. Preis 1,6 M.

Der Grundbau unter Ausschlufs eingehender Behandlung der Druckluftgründung. Von L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Handbuch der Ingenieurwissenschaften. I. Teil. 3. Band: Der Grundbau, bearbeitet von L. von Willmann und C. Zschokke. Herausgegeben von L. v. Willmann. Vierte Auflage. Leipzig, W. Engelmann, 1906.

Vor uns liegt als Abschnitt des weltbekannten Handbuches der Ingenieurwissenschaften die vierte Bearbeitung des Grundbaues, in der der bewährte Verfasser diesen Teil des Werkes abermals unter Wahrung der erprobten Anordnung im ganzen auf den neuesten Stand ergänzt. Beispielsweise tritt die Verfolgung der neuesten Entwickelungen an der Darstellung des Eisenbeton auch in den Grundbau bei der Behandlung der Pfähle und Bohlen besonders deutlich hervor. Wie früher behandelt die Arbeit die Baustoffe und die Verfahren des Grundbaues unter Darbietung zahlreicher Darstellungen von Einzelteilen und ganzen Gründungen eingehend, sie beschreibt Beispiele ausgeführter Grundbauten unter besonderer Würdigung aufgetretener Schwierigkeiten, und unter Schilderung der verwendeten Hülfsmittel Neben diesen technischen Erfahrungen kommen auch die wirtschaftlichen in zahlreichen eingehenden Kostenangaben voll zur Geltung, und schliefslich wird der Blick in das behandelte Gebiet auch über die immerhin natürlich begrenzte Leistung einer Einzelbearbeitung hinaus durch überaus zahlreiche und vollständige Quellenangaben eröffnet.

Hieraus ergibt sich, dafs eine besonders eingehende und gründliche Bearbeitung dieses schwierigen und die reifste Erfahrung des Technikers erheischenden Gegenstandes vorliegt.

Indem wir dem Verfasser für die andauernd erschöpfende Verfolgung des Grundbaues zum Besten der Fachgenossen Dank sagen, empfehlen wir diesen Abschnitt des grofsen Werkes unseren Lesern.

Matériel exposé par la Compagnie du chemin de fer du Gotthard à l'Exposition Internationale de Milan. Luzern, C. J. Bucher, 1906.

Die kurze Darstellung der von der Gotthardbahn in Mailand ausgestellten Gegenstände, namentlich Lokomotiven und Wagen, ist um so beachtenswerter, als es sich um die Ausstellung einer Verwaltung handelt, die in der Fachwelt als eine der sorgfältigsten und gediegensten bekannt ist.

I grandi trafori alpini Fréjus, San Gottardo, Sempione ed altre gallerie eseguite a perforazione meccanica. Von Ingenieur G. B. Biadego. Atlas von 30 Tafeln. Mailand, U. Hoepli, 1906.

In diesem Werke handelt es sich um eine ganz aufsergewöhnlich vollständige Darstellung der Lage, der Zugänge, der Absteckung, des Bauangriffes, der Bauweise und der Baumaschinen der grofsen Alpentunnel, nicht nur der drei genannten, einschliefslich der geologischen Verhältnisse, aller Nebenanlagen und der neuesten Lüftungsverfahren.

Der Inhalt gestattet, sich über alle Einzelheiten der grofsartigen Werke eingehend zu unterrichten, er bildet eine der vollständigsten uns bekannten Darstellungen dieses Gegenstandes und scheint uns ein vorzügliches Mittel zur Auswertung der reichen aber teueren Erfahrungen zu bilden, die bei diesen schwierigen Ausführungen gemacht sind.

Es dürfte kein Zweifel darüber bestehen, dafs eine Zeit reger Tätigkeit auf dem Gebiete des Tunnelbaues im Hochgebirge vor uns liegt, so scheint uns die hier gebotene Sammlung sehr reichen Unterrichtstoffes nicht blofs eine verdienstvolle, sondern auch höchst zeitgemäfse Arbeit zu sein, die sicher die Beachtung der weitesten Kreise der Eisenbahntechniker finden wird.

Die mechanischen Sicherheits-Stellwerke im Betriebe der vereinigten preufsisch-hessischen Staatseisenbahnen. Bearbeitet von S. Scheibner, Regierungs- und Baurat, Mitglied der Königlichen Eisenbahndirektion und des Kaiserlichen Patentamtes Berlin. II. Band*). Berlin, Selbstverlag des Verfassers, 1906. Buchhändlerischer Vertrieb A. Seydel, Berlin. Preis 7,75 M.

Der vorliegende zweite Band führt uns von den Aufsenanlagen der Stellwerke in das Innere des Stellwerksgebäudes zu den Stellwerken im engern Sinne und deren Einzelteilen und behandelt die Einrichtung sowohl der für sich bestehenden unabhängigen, als auch der von anderen Dienststellen abhängigen, unter Blockverschlufs liegenden Stellwerke mit Einschlufs der entsprechenden Verschlufsvorrichtungen; demnach sind auch die Stellwerke der Streckenblockstellen mit behandelt.

Indem das Buch sich auf den Kreis der preufsisch-hessischen Eisenbahn-Gemeinschaft beschränkt, bringt es sich in die Lage, einem sehr grofsen Beamtenkreise grade das Feld in bestimmter Begrenzung vorzuführen, das von jenem zu beackern ist, es verwirrt also namentlich die unteren Beamten mit minder allgemeinem Überblicke nicht durch die Vorführung von Dingen, dergleichen sie im Betriebe nicht zu sehen bekommen und nicht zu behandeln haben, während andere Werke über denselben Gegenstand mehr darauf ausgehen, dieses Gebiet bezüglich aller seiner Erscheinungen in den Kulturländern darzustellen.

In den einzelnen Abschnitten ist der Inhalt nach den Bauweisen der bekannten deutschen Signal- und Weichen-Bauanstalten geordnet. Die ganz elektrischen Stellwerke sind vorläufig noch ausgeschaltet.

Da die Darstellungen sowohl der Übersichten, als auch der Einzelteile sehr klar und erschöpfend sind, so ist der Inhalt trotz der verwickelten Eigenschaften des Stoffes vergleichsweise leicht zu verfolgen, sodafs das Buch nicht blofs dem höhern Techniker, sondern auch den mittleren und unteren Betriebsbeamten gute Dienste zu leisten vermag. Wir sind überzeugt, dafs es sich als zur Unterweisung der Beamten der bezeichneten gröfsten Eisenbahn-Verwaltung der Welt wohl geeignet bewähren wird.

*) Organ 1905, S. 67.

Strafsenbaukunde von F. Loewe, Professor an der Königl. Bayerischen Technischen Hochschule zu München. 589 Seiten mit 155 Textabbildungen. Zweite Auflage. Wiesbaden 1906, C. W. Kreidel's Verlag. Preis 14 M 60 Pf.

Das Werk, das 1895 in erster Auflage*) erschienen ist, liegt jetzt in einer Neubearbeitung vor, die unter Beibehaltung der Einteilung des Stoffes eine Vermehrung um 131 Seiten mit 31 Abbildungen bietet. Zunächst ist die 1901 als Sonderschrift erschienene Behandlung der Bahnen der Fuhrwerke in den Strafsenbögen in den Abschnitt III eingearbeitet. Hier sind auch die Stadtstrafsen und Plätze teils in wesentlich ausführlicherer, teils neuer Bearbeitung aufgenommen. Bei der Ausarbeitung der Bauentwürfe ist auch die Behandlung der Massenverteilung auf Grund der Launhardt'schen und Winkler'schen Arbeiten zweckmäfsig erweitert.

Im Abschnitte IV, Bau der Strafsen, sind die Schienengleise besonders in Asphalt und die Fuhrwerksgleise in Kleinpflasterstrafsen, sowie die letzteren selbst wesentlich eingehender behandelt. Der eigentliche Oberbau und die Gleisverbindungen sind hierbei ausgeschlossen worden.**)

Die Rücksichten auf die Einführung und Ausbreitung des Kraftfahrzeugverkehres sind in der Einleitung und bei der Strafsenunterhaltung, auch beim Strafsenoberbau kurz berührt, doch hätten wir eine etwas eingehendere Berücksichtigung dieses neuen Verkehrsmittels in den Abschnitten II und III über Fuhrwerkskunde und Entwurf der Strafsen jetzt schon für erwünscht gehalten, wenn auch das Schrifttum über diesen Gegenstand noch wenig entwickelt ist.***)

Der Herr Verfasser hat es auch verstanden, mit einer

*) Organ 1894, S. 246.

**) Der Oberbau der Strafsen- und Kleinbahnen von Buchwald. Wiesbaden 1903, C. W. Kreidel's Verlag.

***) Der Automobilismus auf öffentlichen Strafsen von Walloth, Geheimem Baurate. Wiesbaden 1904, J. F. Bergmann.



verhältnismäfsig geringen Zahl von Abbildungen, die zweckmäfsig im Texte untergebracht sind, doch das Wesentliche zu erschöpfen.

Alles in Allem zeichnet sich die neue Bearbeitung des vorliegenden Handbuches durch eine auf umfassender Kenntnis der Erfahrungen gestützte Gründlichkeit, durch eingehende, teilweise selbständige theoretische Forschung und durch sorgfältige Ergänzung der Quellenangaben bis auf die neueste Zeit aus.

Wir freuen uns, die wertvolle umfangreiche Arbeit dem Leserkreise des Organ, den mannigfaltige Beziehungen mit dem Strafsenbau verbinden, auf das wärmste empfehlen zu dürfen.

W—e.

Die Eisenbahn-Technik der Gegenwart. Herausgegeben von Blum, † von Borries und Barkhausen. Zweiter Band. Der Eisenbahnbau der Gegenwart. Zweite umgearbeitete Auflage. Erster Abschnitt. Linienführung und Bahngestaltung. Bearbeitet von † Paul, Lippstadt; Schubert, Berlin; Blum, Berlin. Wiesbaden 1906, C. W. Kreidels Verlag. IX und 144 S. in gr. 8⁰. Mit 121 Abbildungen im Text und 3 Tafeln. Preis 5.40 M.

Unzweifelhaft mufs der für die Bearbeitung der Eisenbahn-Technik der Gegenwart mafsgebende Gedanke als durchaus berechtigt angesehen werden. Es sollte das heute im In- und Auslande Mafsgebende dargestellt, allzu weitgehende theoretische Untersuchungen vermieden und eine Behandlung der Hülfswissenschaften fortgelassen werden.

Nur so war es auch bei Vermehrung des Stoffes bei der zweiten Auflage des vorliegenden Teiles des hervorragenden Werkes möglich, den weitschichtigen Stoff auf nur 144 Seiten mit 3 Tafeln zur Darstellung zu bringen, während noch nicht dieselbe Stoffmenge beispielsweise im I. Bande der 4. Auflage des Handbuches der Ingenieurwissenschaften, das sich weitere Grenzen gesteckt hat, mehr als das Doppelte mit 8 Tafeln in Anspruch nimmt. Seit dem Erscheinen der ersten Auflage*) des vorliegenden Buches im Jahre 1897 ist die neue Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung in Deutschland eingeführt worden, ein hervorragendes Werk mit einer besonders bemerkenswerten Längenentwickelung der Linie — die Albulabahn ist seitdem dem Betriebe übergeben; auf der andern Seite haben die Bahnen mit gemischtem Betriebe zur Überwindung starker Steigungen in Deutschland mehr Bedeutung erlangt.**)

Ferner geht man bei uns und im Auslande an die Verbesserung mangelhaft geführter Linien zur Vermeidung des teuern Vorspanndienstes. Die Wichtigkeit der Wahl der Spurweite hat beim Ausbaue des Kleinbahnnetzes und der Kolonialbahnen (vergl. die Reichstagsverhandlungen über den Bahnbau Daressalam-Morogoro 1904) zu lebhaften Erörterungen geführt. Daneben ist in der Sicherung der Bahnen gegen Schnee und Feuer, und der Wegeübergänge in Schienenhöhe mit und ohne Abschlufsvorrichtung mancher Fortschritt erzielt worden.

*) Vergl. Organ 1897, S. 172.

**) Vergl. Organ 1905, S. 242.

In der neuen Auflage unseres Buches sind diese Punkte entweder durch Stoffvermehrung oder Umarbeitung ausreichend berücksichtigt. Die Abbildungen sind vermehrt und die Zusammenstellungen bis auf die neuere Zeit ergänzt worden. Die Verfasser waren so mit Erfolg bestrebt, das Werk auf der Höhe zu halten.

Einige kleine Wünsche für eine spätere Neuauflage mögen uns gestattet sein. Auf Seite 2 erscheint uns eine nähere Erläuterung des rechtlich auf Preufsen beschränkten Begriffes »Kleinbahnen« angezeigt. Der Abschnitt über »Geologische Beziehungen« ist mit den sie ergänzenden von Schubert bearbeiteten Sicherheitsmafsregeln gegen Rutschungen u. f. S. 81 etwas zu kurz behandelt, besonders im Verhältnisse zu den Schneeschutzanlagen. Hier wie auch bei den Abschnitten über Ausführung von Vorarbeiten erscheint ein Hinweis auf eine eingehendere Behandlung dieser Gegenstände, beispielsweise im Handbuche der Ingenieurwissenschaften I. 4. Auflage, wo sich auch ein ausführliches Quellenverzeichnis findet, oder auch die Linienführung von F. Kreuter, Wiesbaden 1900*) nicht unangebracht.

Auf S. 27 dürfte sich bei der Behandlung der Zwischengeraden ein Hinweis auf die Überhöhungsrampe und auch auf die preufsische Anweisung für das Entwerfen von Stationen empfehlen.

Das auf S. 82 erwähnte Kienitz'sche Verfahren bei Herstellung der Waldfeuerschutzstreifen ist 1905 unter die preufsischen Vorschriften aufgenommen. Die Abb. 8 bis 10 auf S. 75 darstellend den Hochwasserschutz, besonders Abb. 8, erscheinen auch hinsichtlich der Unterschriften nicht ganz einwandfrei und verbesserungsbedürftig. Dafs die Linienführung elektrischer Bahnen hier fortgelassen und auf Band IV verwiesen ist, kann als zweckmäfsig bezeichnet werden.

Im übrigen wünschen wir auch der neuen Bearbeitung den besten Erfolg und empfehlen das Buch fleifsiger Benutzung und eingehendem Studium der beteiligten Kreise. W—e.

Das Eisenbahn-Bauwesen für Bahnmeister von A. J. Susemihl-Schubert. 7. Auflage nach den neuesten Vorschriften umgearbeitet von R. v. Zabiensky, Regierungs- und Baurat, Mitglied der Kgl. Eisenbahn-Direktion Berlin. Wiesbaden 1907. Preis geb. 8 M

Der »Susemihl« bestand nach der Bearbeitung von 1899 durch E. Schubert,**) dessen Erkrankung ihm leider die Neubearbeitung nicht gestattete, gleichfalls aus zwei Teilen. Der erste enthielt einen Abrifs der für den Bahnmeisterdienst erforderlichen mathematischen und naturwissenschaftlichen Vorkenntnisse, sowie je einen Abschnitt über Mechanik, Mefskunde, Baustofflehre und Bauarbeiten, namentlich des Hochbaues. Der zweite behandelte den Eisenbahnbau im engen Sinne, den Oberbau, die Bettung und die Bahnerhaltung in einer für seine Zwecke durchaus geeigneten Durchführung.

*) Organ 1900, S. 77.

**) Organ 1899, S. 26.



Wenn auch die neue Prüfungsordnung bei der Annahme für den preufsischen Bahnmeisterdienst Bewerber mit dem Reifezeugnisse einer staatlich anerkannten Baugewerkschule und zwar namentlich einer solchen mit Tiefbauabteilung nur vorzugsweise berücksichtigt und nicht eine solche Vorbildung, wie es unseres Erachtens wohl am Platze wäre, unbedingt fordert, so dürfte sie doch bei den Bahnmeisteranwärtern in der Regel vorausgesetzt werden können.

Der erste Teil konnte daher bei der Neubearbeitung wohl wegfallen.*) An dessen Stelle ist in anerkennenswerter und zweckmäfsiger Weise eine Bearbeitung der für den Dienstkreis des Bahnmeisters der preufsisch-hessischen Eisenbahnverwaltung wichtigen Bestimmungen des staatlichen Verwaltungs- und Rechnungswesens einschliefslich der Arbeiterversicherung getreten. Beigefügt sind 25 ausgefüllte Muster für Rechnungen aller Art. In diesem ersten Teile sind auch als wertvoller Beitrag die preufsischen Bestimmungen über die Beschaffung und Tränkung der Holzschwellen aufgenommen.

Der zweite Teil ist in altem Umfange auf Grund des preufsischen Oberbaubuches von 1902 sowie der inzwischen eingeführten Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung neubearbeitet worden.

Für eine spätere Bearbeitung des zweiten Teiles möchten wir uns einige Vorschläge gestatten. So dürfte bei Besprechung der Bettung dem Kiese, der doch im Flachlande und bei Nebenbahnen immer noch eine Rolle spielen wird, auf Grund der Untersuchungen von Bräuning einiger Raum gewährt werden, und Neuerungen bei den preufsischen Weichen und den nichtpreufsischen Oberbauanordnungen, beispielsweise der Oesterreichischen Staatsbahnen könnten Berücksichtigung finden. Bei Besprechung der preufsischen Oberbauanordnungen erscheint die Angabe der geringsten zulässigen Schwellenzahlen und eine nähere Darstellung der Schwellenverdübelung angebracht. Der Abschnitt über die Anordnung der Stationen bedürfte einer Umarbeitung, besonders hinsichtlich der angeführten Beispiele und der Signale. In Abb. 271 stört ein falscher Pfeil bei Gleis II, auch entspricht die Bezifferung nicht der Anweisung für das Entwerfen von Stationen. Den Ausdruck »Inselbetrieb« würden wir lieber durch »Richtungsbetrieb« ersetzt und anders erläutert sehen. Die Behandlung der Schranken erscheint uns erweiterungsbedürftig. Bei den Feuerschutzanlagen hätten wir einige Hinweise auf den wechselnden Umtrieb der Schutzstreifen erwartet. Bei den Quellenangaben würde sich die Angabe der neuesten Auflagen empfehlen. Auch vermissen wir auf S. 228 den Hinweis auf die Goering'schen Arbeiten in Luegers Lexikon und S. 222 auf Schuberts »Schutz der Eisenbahnen gegen Schneeverwehungen und Lawinen« Leipzig 1903. Diese Wünsche sollen aber den Wert des in den Bahnmeisterkreisen sehr verbreiteten und sich ihren Bedürfnissen vorzüglich anpassenden, gut ausgestatteten Buches nicht beeinträchtigen. Wir empfehlen es vielmehr Bahnmeisteranwärtern namentlich, aber auch sonstigen Technikern zum Studium und als praktisches Nachschlagebuch auf das angelegentlichste. W—e.

*) Vielleicht wäre die Umarbeitung und Beibehaltung des bautechnischen Inhaltes doch angezeigt gewesen.

Der Bau des Karawanken-Nord-Tunnels. Von Dr. techn. Josef Fischer. Teplitz 1904/05. Sonderdruck aus der Zeitschrift des Verbandes der Bergbau-Betriebsleiter.

Die am 30. September 1906 erfolgte Eröffnung der Karawankenbahn, einer Teilstrecke der neuen Verbindung Salzburg-Triest, welcher im Juli die Inbetriebnahme der Wocheiner Bahn vorausging, hat von neuem die Aufmerksamkeit der technischen Welt auf die grofsartigen Ingenieur-Bauwerke gelenkt, die in den letzten Jahren in Österreich geschaffen sind.

Die gleichzeitige Ausführung des Simplon-Tunnels hat ohne Zweifel ihre Anziehungskraft beeinträchtigt, obwohl gerade die wegen der Wassereinbrüche und Grubengase aufserordentlich schwierigen Arbeiten zur Herstellung des zweigleisigen Karawanken-Tunnels und auch einer Zahl kleinerer Tunnel der Wocheiner Bahn besondere Beachtung verdienten. Hier liegt nun von der Nordseite des Karawanken-Tunnels ein wertvoller Baubericht in drei Teilen vor, verfafst während der Bauzeit von einem der an der Ausführung beteiligten Ingenieure.

Neben der Erörterung der Wahl der Karawankenlinien*) und der Lage des Tunnels in geologischer Hinsicht möchten wir besonders auf die klare, durch zahlreiche Abbildungen unterstützte Schilderung der Bauausführung hinweisen. Diese geht auf die Abbauweise, den Sohlstollen-Vortrieb**), die Bohrarbeit mit den elektrischen Stofsbohrmaschinen, die Schutterung, den Ausbruch***) und die Zimmerung, die mit elektrischen und Benzin-Lokomotiven betriebene Förderung†), Mauerung und Lüftung näher ein. Hier wurde wie beim Arlberge im festen Kalke, Dolomit, Werfner Schiefer das österreichische »Zentralstrebensystem« angewendet.

Besonders erwähnenswert ist die bildliche Darstellung des Abbaues mit der Anordnung der Arbeitsgruppen und ihrer Ringeinteilung. Die Zusammenstellungen des Arbeitsfortschrittes von 5,0 bis 6,0 m täglich, der Gesteinsarten mit ihren zahlreichen Faltungen, der Gesteinswärme, die auf Mitteilungen des ausführenden Geodäten Tichy beruhende Darstellung der Dreiecksvermessung zur Festlegung der Achse erhöhen den Wert der Berichte. W—e.

Statistische Nachrichten und Geschäftsberichte von Eisenbahn-Verwaltungen.

Jahresbericht über die Staatseisenbahnen und die Bodensee-Dampfschiffahrt im Grofsherzogtum Baden für das Jahr 1905. Im Auftrage des Ministeriums des Grofsherzoglichen Hauses und der auswärtigen Angelegenheiten herausgegeben von der Generaldirektion der Badischen Staatseisenbahnen zugleich als Fortsetzung der vorangegangenen Jahrgänge 65. Nachweisung über den Betrieb der Grofsh. Badischen Staatseisenbahnen und der unter Staatsverwaltung stehenden badischen Privat-Eisenbahnen.

Karlsruhe, Ch. F. Müller, 1906.

*) Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen 1906, S. 1157.

**) Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1906, S. 353.

***) Ebenda, S. 613.

†) Zentralblatt der Bauverwaltung 1906, S. 149.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 4. Heft. 1907.

Vergleich zwischen einer zwei- und einer dreifach gekuppelten Schnellzug-Lokomotive.

Von Dr. **R. Sanzin,** Ingenieur der österreichischen Südbahn.

Neben den weit verbreiteten, zweifach gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven kommen neuerdings solche mit dreifacher Kuppelung mehr und mehr zur Einführung. Derartige, meist 3/5 gekuppelte sind schon längere Zeit für den Schnell- und Personenzug-Dienst auf Gebirgs- und Hügelland-Strecken in Verwendung. Nunmehr werden sie aber auch auf verhältnismäfsig günstigen Strecken für Züge mit sehr hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten verwendet.

So haben die meisten der grofsen englischen Eisenbahnverwaltungen 3/5 gekuppelte Lokomotiven angeschafft, die, zum Teil allerdings nur versuchsweise, zur Beförderung sehr schneller Züge auf Flachland-Strecken Verwendung finden.

Die grofsen französischen Eisenbahnverwaltungen besitzen fast alle 3/5 gekuppelte Lokomotiven, welche ebenso, wie die 2/5 gekuppelten Lokomotiven für Höchstgeschwindigkeiten von 100 bis 120 km/St. bestimmt sind.

Ähnliche Lokomotiven führten nun auch einige deutsche Eisenbahnverwaltungen ein.

Andere Eisenbahnverwaltungen erachten zweifach gekuppelte Lokomotiven für den Betrieb sehr schnell fahrender Züge vorteilhafter und bilden hauptsächlich die 2/5 gekuppelte 2. B. 1-*) Bauart weiter aus.

Als Vorteile der zweifach vor den dreifach gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven werden besonders hervorgehoben:

1. Geringerer Widerstand im Triebwerke, daher günstigerer Wirkungsgrad bei gleicher Zylinder-Leistung. Zweifach gekuppelte Lokomotiven sind daher auch sparsamer im Dampfverbrauche.
2. Die Möglichkeit, den zweifach gekuppelten Lokomotiven, namentlich bei der »Atlantik«-2. B. 1*)-Bauart, Triebräder von sehr grofsem Durchmesser geben zu können, welche bei sehr hohen Zuggeschwindigkeiten nötig werden.
3. Geringere Beschaffungs- und Erhaltungs-Kosten.

Dagegen ist ein wesentlicher Vorteil der dreifach gekuppelten Schnellzug-Lokomotive das grofse Reibungsgewicht, welches gröfsere Anfahrbeschleunigung zuläfst, der Zeitverlust für das Anfahren ist geringer und die Anwendung dieser Lokomotiven für häufig haltende Schnellzüge vorteilhaft.

*) Die linke Ziffer bedeutet die Zahl der vorderen Laufachsen, der Buchstabe: A = 1, B = 2 . . . die Zahl der Triebachsen, die rechte Ziffer die Zahl der hinteren Laufachsen.

Neuerdings wird jedoch auch vielfach die Überlegenheit dieser Lokomotiven gegenüber den zweifach gekuppelten für Schnellzüge mit hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten und bei Befahren langer Strecken ohne Aufenthalt betont. Einwandfreie Vergleichswerte dieser Art liegen zur Zeit nicht vor.

Die zuverlässigsten Erfahrungen würden erlangt werden, wenn dieselbe Lokomotive einmal mit zweifacher und einmal mit dreifacher Kuppelung den Dienst bestimmter Schnellzüge auf derselben Strecke zu besorgen hätte.

Die englische grofse West-Bahn und die Egyptischen Staatsbahnen haben tatsächlich solche Versuche angestellt. Diese Versuche sind jedoch nicht zielbewufst und genügend erschöpfend gewesen, sodafs aus den bisherigen Ergebnissen zuverlässige Schlüsse nicht abgeleitet werden können.

Es soll hier versucht werden, nach theoretischen Grundlagen und unter Verwendung zugänglicher Erfahrungswerte festzustellen, welche der beiden Lokomotivbauarten unter bestimmten Verhältnissen für die Beförderung sehr schnell fahrender Personenzüge geeigneter erscheint.

Als 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotive ist die vierzylindrige Verbund-»Atlantic«-2. B. 1-Lokomotive der österreichischen Südbahn, Gattung 108, gewählt.*)

Die Hauptabmessungen sind:

Feuerberührte Heizfläche der Röhren . . .	190,2 qm
« « « Feuerbüchse .	16,5 «
« « , zusammen H . .	206,7 «
Rostfläche R	3,5 «
Anzahl der Rohre	329
Länge « »	4000 mm
Durchmesser der Rohre	51/46 «
Betriebs-Dampfdruck p	14 at
Durchmesser der Triebräder D	2150 mm

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I: Die Lokomotiven, Seite 393.

Durchmesser der Drehgestellräder . . . . 1044 mm
« « rückwärtigen Laufräder . . 1310 «
Verschiebbarkeit des Drehgestelles jederseits . 0 «
« der hintern Laufachse jederseits 57 «
Durchmesser der Hochdruckzylinder dh . . 350 «
« « Niederdruckzylinder dn . . 600 «
Hub p . . . . 680 «
Gewicht, leer . . . . 60,85 t
« im Dienste . . . . 68,50 «
Reibungsgewicht L_1 . . . . 29,20 «
Tendergewicht im Dienste . . . . . . 32,70 «
Gewicht von Lokomotive und Tender im Dienste L 101,20 «

Zur Zeit haben diese Lokomotiven ein Reibungsgewicht von nur 29,2 t, das in nächster Zeit auf 32 t erhöht werden wird, da auf der betreffenden Strecke der schwere Oberbau mit Schienen von 44 kg/m für 16 t Achslast gelegt ist.

Bei diesen Untersuchungen ist bereits ein Reibungsgewicht von 32 t angenommen. Um aufserdem die Rechnungsergebnisse möglichst allgemein brauchbar zu machen, ist hier statt des dreiachsigen Tenders von 32,7 t Dienstgewicht ein vierachsiger von 41,7 t Dienstgewicht in Rechnung gezogen.

Das Gewicht von Lokomotive und Tender steigt daher auf 110 t.

Diese Lokomotivbauart besorgt den Schnellzug- und schweren Personenzug-Dienst auf einer Strecke mit steilsten Steigungen von 7,7 ‰ bei Verfeuerung von Ostrauer Lokomotivkohle von rund 6000 bis 6500 W.E.

Die Höchstleistung stellt sich im täglichen Betriebe auf den langen Rampen von 3,5 und 7,7 ‰ ein.

Es wurden folgende Dauerleistungen beobachtet:

Die gröfste vorgeschriebene Zuglast beträgt 325 t. Diese ist auf anhaltenden Steigungen von 7,7 ‰ fahrplanmäfsig mit 60 km/St., auf 3,5 ‰ mit 80 km/St. zu befördern. Im erstern Falle ist eine Leistung von rund 1200, im letztern von 1300 P.S. nötig. Dieser Aufgabe wird leicht entsprochen, wie Zusammenstellung I zeigt.

Zusammenstellung I.

Dauergeschwindigkeiten km/St.

Nr.	Zug Art	Wagen zwei- achsig	Wagen vier- achsig	Wagen Gewicht t	Steigung ‰ 7,7	6,7	3,5	2.5	0,4
1	Schnell-	15	3	339,7	62	65	76	79	—
2	Versuchs-	9	4	266,0	66	72	—	92	107
3	Versuchs-	2	4	166,0	92	—	99	108	—

Die Versuchsfahrten 2 und 3 mufsten unter Beobachtung einer ungewöhnlich grofsen Zahl von Geschwindigkeitsbeschränkungen stattfinden, sodafs die Lokomotiven nicht ganz ausgenutzt werden konnten.

Bei diesen und anderen Fahrten wurde der Widerstand des Zuges mehrfach durch Ausläufe bestimmt. Die hiernach berechnete Zylinder-Leistung steigt im Beharrungszustande bis auf 1600 P.S.

Die mittlere Dampfdruck-Leistung bei den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten, auf die im Beharrungszustande mit Sicherheit gerechnet werden kann, ist in Zusammenstellung II angegeben. Zwischen 80 und 90 km/St. steigt die Dampfdruck-Leistung auf 1380 P.S. Hierbei ist vorausgesetzt, dafs auf kürzere Zeit eine Steigerung der Leistung um 10 % stattfinden kann. Diese Steigerung der Leistung, welche beim Anfahren in den folgenden Untersuchungen benutzt werden wird, kann bei der untersuchten Lokomotive für einen Zeitraum von rund 10 Minuten gehalten werden. Die Überanstrengung kann auch gröfser sein, wenn sie auf kürzere Zeit verlangt wird. Da jedoch hier das Erreichen von Fahrgeschwindigkeiten von 100 bis 120 km/St. untersucht werden soll, mufs die hierbei in Betracht kommende lange Anfahrzeit Berücksichtigung finden.

In Zusammenstellung II sind die Dampfdruck-Leistungen in P.S. und die entsprechenden Zugkräfte für Fahrgeschwindigkeiten von 30 bis 120 km/St. angegeben, welche für den Beharrungszustand gelten. Diese Zugkräfte sind durch die Schau-

Zusammenstellung II.

2/5 gekuppelte Lokomotive.

Geschwindigkeit km/St.	Dampfdruck-Leistung P.S.	Dampfdruck-Zugkraft kg	Widerstand von Lokomotive und Tender kg	Zugkraft am Tenderzughaken kg
30	593	5344 *	448	4672
40	794	5360 *	513	4607
50	996	5376 *	589	4531
60	1331	5392 *	676	4464
70	1352	5217	773	4444
80	1371	4627	880	3747
90	1362	4086	1000	3086
100	1310	3540	1130	2410
110	1238	3042	1272	1770
120	1128	2538	1432	1115

*) Von 0 bis 65 km/St. Zuggeschwindigkeit ist die gröfste Zugkraft am Umfange der Triebräder 5120 kg.

Zusammenstellung III.

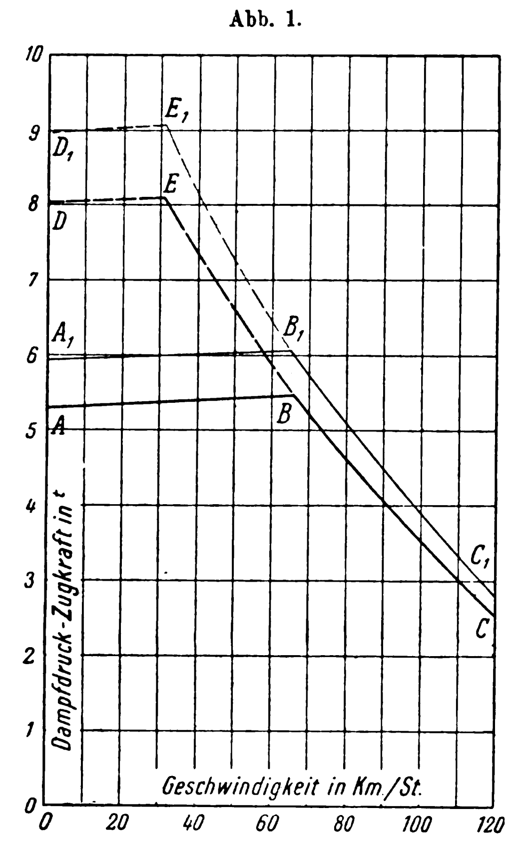
3/5 gekuppelte Lokomotive.

Geschwindigkeit km/St.	Dampfdruck-Leistung P.-S.	Dampfdruck-Zugkraft kg	Widerstand von Lokomotive und Tender kg	Zugkraft am Tenderzughaken kg
30	800	8088 *	596	7492
40	1089	7350	666	6684
50	1219	6584	747	5837
60	1300	5853	840	5013
70	1352	5217	943	4274
80	1371	4627	1037	3590
90	1362	4086	1181	2905
100	1310	3540	1317	2223
110	1238	3042	1462	1580
120	1128	2538	1620	918

*) Von 0 bis 31 km/St. Fahrgeschwindigkeit ist die gröfste Zugkraft am Umfange der Triebräder 7680 kg.

linie ABC in Textabb. 1 dargestellt. Die Beschränkung der Zugkraft durch die nutzbare Reibung findet bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von 65 km/St. statt. Bei einem Reibungswerte

Abb. 1.



von 160 kg/t ist die tatsächlich am Umfange der Triebräder wirkende Zugkraft 5120 kg.

Der Widerstand der Lokomotive ist durch Ausläufe festgestellt worden, welche sich bei den behördlichen Geschwindigkeitsproben von selbst ergeben. Da die Lokomotiven hierbei noch neu und nicht eingelaufen waren, ist der Widerstand jedenfalls gröfser als er sonst im Betriebe sein dürfte. Für eine der untersuchten Lokomotiven ergab sich der Widerstand zwischen Fahrgeschwindigkeiten von 65 bis 115 km/St. nach der Gleichung

$$w^{kg/t} = 3{,}2^{kg/t} + 0{,}026\, V^{km/St.} + 0{,}00055\, (V^{km/St.})^2.$$

Um den Widerstand einer in den Hauptabmessungen ähnlichen $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive für die weiteren Berechnungen möglichst einwandsfrei zu erhalten, soll hier versucht werden, den Widerstand der Lokomotiven nach seiner Abhängigkeit von der Bauart zu untersuchen. Er läfst sich zerlegen in den

1. Luftwiderstand,
2. Widerstand der Laufachsen an Lokomotive und Tender und
3. Widerstand der Trieb- und Kuppelachsen, einschliefslich der Reibungen im Triebwerke und in den Steuerungen.

1. Der Luftwiderstand spielt bei gröfseren Fahrgeschwindigkeiten eine wichtige Rolle. Seine Gröfse ist heute ziemlich genau bekannt. Der Widerstand in kg für eine Fläche von 1 qm senkrecht zur Fahrrichtung ist

$$0{,}0052\, (V^{km/St.})^2\ ^{*)}.$$

Beträgt der gröfsere Querschnitt der Lokomotive F^{qm}, so ist der ganze Luftwiderstand

$$W_1^{kg} = 0{,}0052\, F^{qm}\, (V^{km/St.})^{2\ kg}$$

oder der Luftwiderstand für 1^t des Lokomotiv- und Tender-Gewichtes L

$$w_1^{kg/t} = \frac{0{,}0052\, F^{qm}\, (V^{km/St.})^2}{L^t}$$

Um jedoch wegen der vorspringenden Lokomotivteile und der auftretenden Wirbelerscheinungen an den Langseiten von Lokomotive und Tender einen entsprechenden Zuschlag einzuführen, wird statt des Wertes 0,0052 die Zahl 0,0060 benutzt.

Der Querschnitt der untersuchten $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive ist 9 qm.

2. Der Widerstand von Laufachsen ist auf der Versuchsstrecke Marienfelde-Zossen ebenfalls mit grofser Genauigkeit festgestellt, und zwar zu

$$(1{,}5 + 0{,}012\, V^{km/St.})^{kg/t}.$$

Für die stärker belasteten Lokomotiv- und Tender-Laufachsen sollen hier die erhöhten Werte

$$w_2^{kg/t} = 1{,}8 + 0{,}015\, V^{km/St.}$$

Anwendung finden.

3. Am schwierigsten ist die Bestimmung des Widerstandes der gekuppelten Achsen. Der Widerstand nimmt mit ihrer Zahl zu. Nach Untersuchungen an $^2/_2$ und $^3/_3$ gekuppelten Tenderlokomotiven bei geringen Fahrgeschwindigkeiten von 10 bis 15 km/St. kann der Grundwiderstand bei

zweifacher Kuppelung mit 5,5 kg/t
dreifacher » » 7,0 »

angenommen werden.

Bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit nimmt der Widerstand der Trieb- und Kuppelachsen in geringem Mafse zu. Der Durchmesser der Triebräder scheint hierbei von Einflufs zu sein, doch konnte keine einfache Beziehung festgestellt werden.

Im allgemeinen dürfte der Widerstand der gekuppelten Achsen durch

$$w_3^{kg/t} = a + 0{,}05\, V^{km/St.}$$

dargestellt werden, wenn a für Lokomotiven mit zweifacher Kuppelung = 5,5, für dreifache Kuppelung = 7,0 gesetzt wird.

Der ganze Lokomotiv- und Tenderwiderstand ist daher

$$W^{kg} = 0{,}006\, F^{qm}\, (V^{km/St})^2 + L_1\, (a + 0{,}05\, V^{km/St}) + L_2\, (1{,}8 + 0{,}015\, V^{km\, St.})$$

oder der Widerstand für 1^t des Lokomotiv- und Tender-Gewichtes L

$$w^{kg\,t} = \frac{W^{kg}}{L^t}$$

$$= \frac{0{,}006\, F^{qm}\, (V^{km/St.})^2 + L^t{}_1\, (a + 0{,}05\, V^{km/St.}) + L^t{}_2\, (1{,}8 + 0{,}015\, V^{km/St.})}{L^t}$$

Hierin ist $L = L_1 + L_2$, L_1 die Last auf den Triebachsen und L_2 die Last auf den Laufachsen.

Für die untersuchte $^2/_5$ gekuppelte Lokomotive mit vierachsigem Tender erhält man

*) „Die Bewegungswiderstände der Eisenbahnfahrzeuge und die Leistungsfähigkeit der Lokomotive". Von v. Borries. Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. 1904, S. 810.

„Versuche über den Widerstand der Lokomotiven und Bahnzüge". Von Dr. R. Sanzin. Zeitschr. des österr. Ingenieur- und Arch.-Vereins, 1903. S. 649.

$$F = 9{,}0 \text{ qm}$$
$$a = 5{,}5 \text{ kg/t}$$
$$L_1 = 32 \text{ t}$$
$$L_2 = 78 \text{ »}$$
$$L = 110 \text{ »}$$

Hieraus ergibt sich die Gleichung

$$w^{kg/t} = 2{,}88 + 0{,}025\, V^{km/St.} + 0{,}00049\, (V^{km/St.})^2.$$

Daraus folgen die Werte:

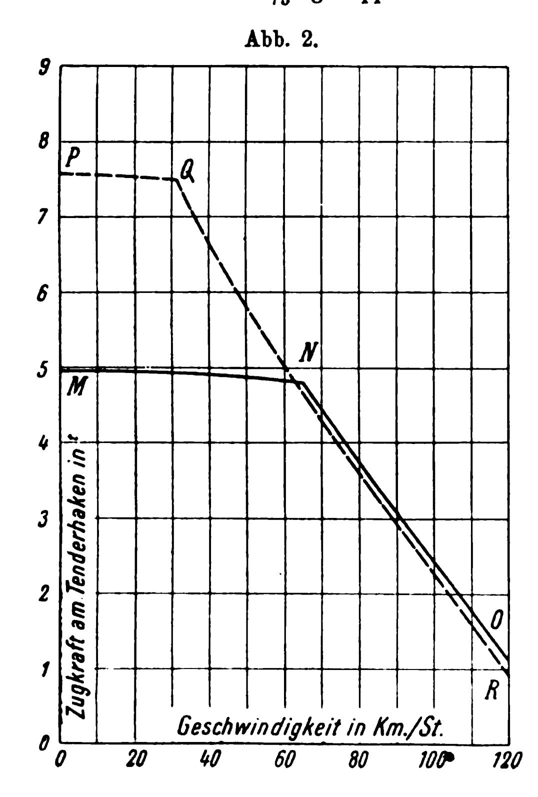
für V = 30 km/St.	w = 4,07 kg/t
40 »	4,66 »
50 »	5,35 »
60 »	6,14 »
70 »	7,03 »
80 »	8,02 »
90 »	9,10 »
100 »	10,28 »
110 »	11,56 »
120 »	12,94 »

Diese Widerstände sind etwas geringer als die durch Ausläufe beobachteten. Bei diesen waren die Lokomotiven noch uneingelaufen und ein leichterer dreiachsiger Tender wurde verwendet.

Nach Abzug des Lokomotiv- und Tender-Widerstandes von der Dampfdruck-Zugkraft bleibt die Zugkraft am Tenderzughaken übrig, welche im Beharrungszustande und auf wagerechter Strecke herrscht. Diese Zugkraft ist in Zusammenstellung II aufgenommen. Sie eignet sich sehr gut für die Berechnung der Zuglasten und bildet auch ein einfaches Mittel, Vergleiche über die Verwendbarkeit verschiedener Lokomotivbauarten anzustellen.

In Textabbildung 2 stellt MNO die Zugkraft am Tenderzughaken der untersuchten $^2/_5$ gekuppelten Lokomotive im Beharrungszustande und für wagerechte Strecke bei gewöhnlicher Beanspruchung der Lokomotive dar.

Abb. 2.



Aus der Zugkraft am Tenderzughaken Z kann durch die Gleichung

$$Q^t = \frac{Z^t_z + i^{0/00} L^t}{w^{kg/t} + i^{0/00}}$$

die Zuglast Q^t gefunden werden, welche auf einer bestimmten Steigung von $i^0/_{00}$ gefördert werden kann.

Nach Bedarf kann auch für eine bestimmte Zuglast Q die gröfste noch im Beharrungszustande überwindbare Steigung i aus der Gleichung

$$i^{0/00} = \frac{Z^t_z - Q^t w^{kg/t}}{L^t + Q^t}$$

gefunden werden.

In diesen Gleichungen ist L das ganze Gewicht von Lokomotive und Tender und w der Widerstand des Wagenzuges.

Der Widerstand des Wagenzuges wurde in diesen Untersuchungen nach der Gleichung

$$w^{kg/t} = 1{,}6 + 0{,}0456\, V^{km/St.} + 0{,}000456\, (V^{km/St.})^2$$

angenommen, welche der Verfasser für die vierachsigen Schnellzugwagen der Südbahn gefunden hat.

Zusammenstellung IV.

2/5 gekuppelte Lokomotive.

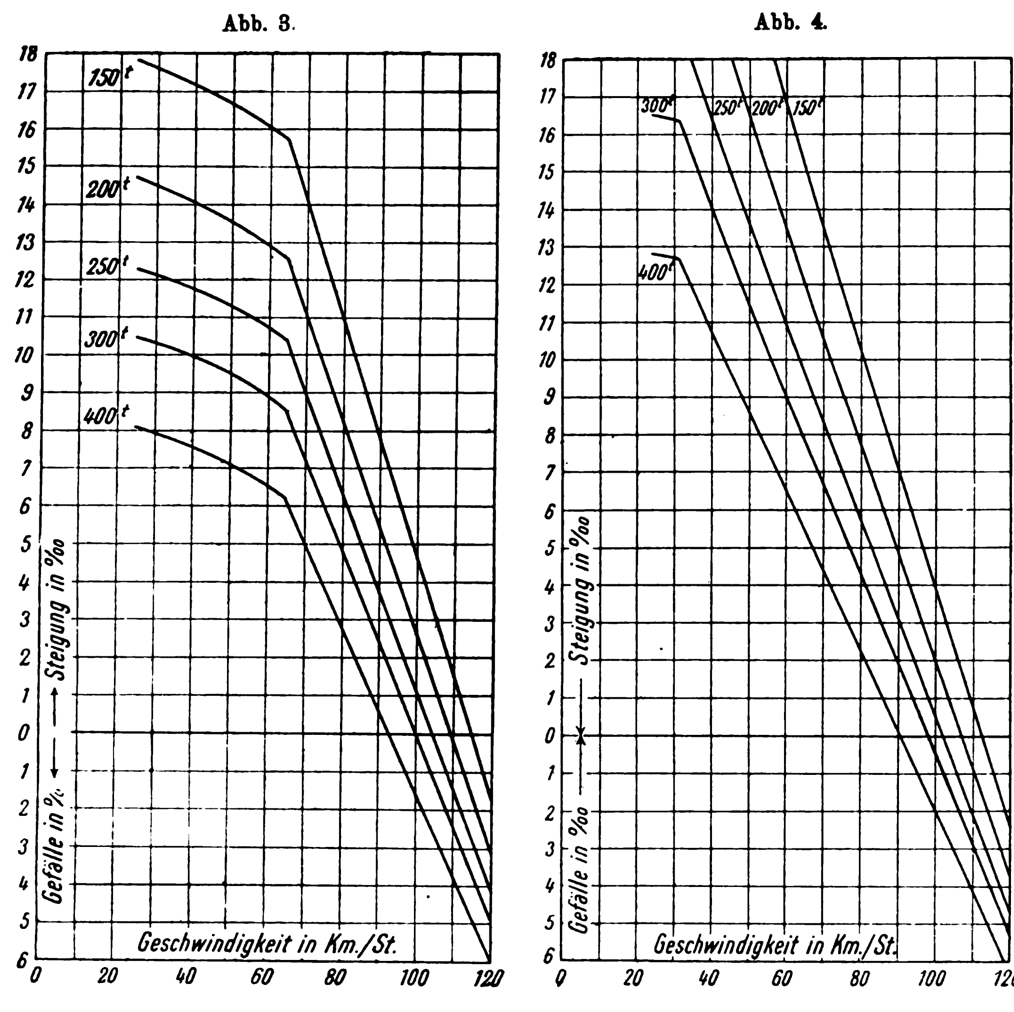
Geschwindigkeit km/St.	Gewicht des Wagenzuges t				
	150	200	250	300	400
	Steigung ⁰/₀₀				
30	17,7	14,5	12,2	10,3	7,9
40	17,2	14,1	11,7	9,9	7,6
50	16,7	13,6	11,3	9,5	7,7
60	16,1	12,9	10,7	8,8	6,5
70	14,1	10,0	8,8	7,1	4,7
80	10,9	8,2	6,2	4,7	2,6
90	7,8	5,4	3,7	2,4	0,6
100	4,6	2,6	1,1	0,0	— 1,6
110	1,5	— 0,2	— 1,5	— 2,4	— 3,7
120	— 1,7	— 3,1	— 4,1	— 4,9	— 6,0

Zusammenstellung V.

3/5 gekuppelte Lokomotive.

Geschwindigkeit km/St.	Gewicht des Wagenzuges t				
	150	200	250	300	400
	Steigung ⁰/₀₀				
30	27,3	22,5	19,0	16,4	12,7
40	23,9	19,6	16,4	14,0	10,7
50	20,3	16,5	13,7	11,5	8,6
60	16,8	13,4	10,9	9,0	6,4
70	13,5	10,5	8,3	6,7	4,4
80	10,3	7,7	5,8	4,4	2,3
90	7,2	4,9	3,2	2,0	0,2
100	3,9	2,0	0,6	— 0,5	— 1,9
110	0,8	— 0,8	— 2,0	— 2,9	— 4,1
120	— 2,5	— 3,8	— 4,7	— 5,4	— 6,4

Die in den Zusammenstellungen IV und V enthaltene Belastungstafel ist mit Hülfe dieser Werte berechnet. Sie macht Angaben für Züge von 150, 200, 250, 300 und 400 t Wagen-



gewicht. Textabbildung 3 ist eine Darstellung dieser Belastungstafel.

Die Lokomotive ist nun noch hinsichtlich des Anfahrens zu untersuchen. Die Lokomotive verträgt eine längere Steigerung der Leistungsfähigkeit um rund 10 % in dem Gebiete, wo die Kesselleistung voll zur Geltung gelangt. Statt der Schaulinie BC in Textabbildung 1 erhält man dann für die Dampfdruck-Zugkraft die Schaulinie B_1 C_1.

In dem Gebiete, wo die nutzbare Reibung für die Beschränkung der gröfsten ausübbaren Zugkraft mafsgebend ist, kann vorübergehend ebenfalls eine Steigerung erzielt werden. Erfahrungsgemäfs ist an der untersuchten Lokomotive ein Reibungswert von 180 kg/t zu erlangen, so dafs die tatsächliche, am Radumfange ausgeübte Zugkraft auf 5760 kg steigt. Stellt in Textabbildung 1 AB die Zugkraft für den gewöhnlichen Zustand vor, so gibt die Linie A_1 B_1 die Zugkraft im angestrengten Zustande an.

Die gesteigerte Zugkraft findet namentlich beim Anfahren Verwendung. Der Anteil der Zugkraft für die Beschleunigung eines Zuges kann aus der Gleichung

$$B^{kg} = M^{\frac{kg}{m/Sek^2}} \gamma^{m/Sek^2}$$

festgestellt werden, worin B die Beschleunigungskraft, M die Masse des ganzen Zuges und γ die Beschleunigung bedeutet.

Ferner ist

$$B^{kg} = \frac{G^{kg}}{g^{m/Sek^2}} \gamma^{m/Sek^2},$$

worin G = L + Q das Gewicht des ganzen Zuges und g die Erdbeschleunigung bedeutet.

Um auch den Kraftaufwand zu berücksichtigen, der für die Beschleunigung der umlaufenden Massen nötig wird, wird ein Zuschlag von 8 % gemacht, so dafs man

$$B^{kg} = 1{,}08 \frac{G^{kg}}{g^{m/Sek^2}} \gamma^{m/Sek^2}$$

$$= 0{,}1101\, G^{kg} \gamma^{m/Sek^2}$$

erhält.*)

Bezieht man die beschleunigende Kraft in kg auf 1 t der ganzen Zuglast G, so erhält man

$$b^{kg/t} = \frac{B^{kg}}{G^t} = 110{,}1\, \gamma^{m/Sek^2} \text{ oder}$$

$$\gamma^{m/Sek^2} = 0{,}00908\, b^{kg/t}.$$

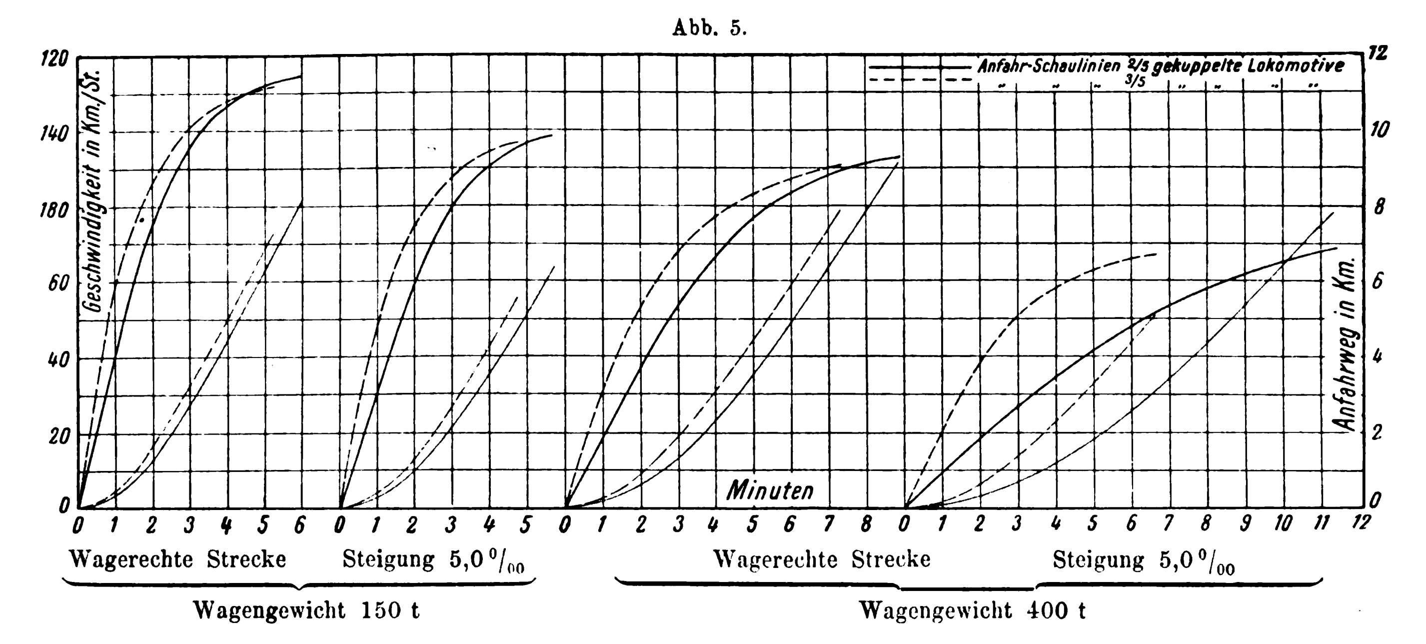
Hieraus läfst sich die Zeit-Geschwindigkeit-Schaulinie punktweise bestimmen, indem b für schmale Geschwindigkeitszonen unveränderlich angenommen wird.

In Textabbildung 5 sind die Anfahr-Schaulinien für Wagengewichte von 150 und 400 t bei Steigungen von 0 und 5 ‰ dargestellt. Neben der Zeit-Geschwindigkeit-Schaulinie ist für jeden Fall auch noch eine Zeit-Weg-Schaulinie eingetragen.

Wie zu erwarten war, zeigen die Geschwindigkeit-Schaubilder in dem Gebiete, wo die nutzbare Reibung am Radumfange eine unveränderliche Zugkraft bedingt, nahezu unveränderliche Beschleunigung. Bei Geschwindigkeiten von mehr als 65 km/St. nimmt jedoch die Beschleunigung rasch ab, die Geschwindigkeit-Schaulinie nähert sich asymptotisch einer bestimmten Geschwindigkeit, die theoretisch erst nach unendlich langer Zeit erreicht werden könnte. Die erhöhte Anstrengung der Lokomotive findet beim Anfahren praktisch nur so lange statt, bis die dem Beharrungszustande entsprechende Fahrgeschwindigkeit erzielt ist. Die Geschwindigkeit-Schaulinien in Textabbildung 5 reichen daher nur bis zu den Beharrungsgeschwindigkeiten, die aus der Zusammenstellung IV und aus Textabbildung 2 für die betreffenden Bahnneigungen und Zuglasten entnommen werden können. Dieser Vorgang entspricht durchaus der Wirklichkeit, wenn man bestrebt ist, die Lokomotive günstigst auszunutzen. Nachdem die Beziehungen zwischen Fahrgeschwindigkeit und Zugkraft für die untersuchte 2/5 gekuppelte Lokomotive auf Grund reicher Erfahrungen in ent-

*) „Untersuchungen an einer Lokomotive" von Dr. R. Sanzin. Allgemeine Bauzeitung, Jahrgang 1905, Heft 5. — „Bestimmung der Fahrzeiten aus der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven". Dr. Sanzin, Verhandlungen zur Bef. des Gewerbefleifses, Jahrgang 1906.

Abb. 5.



sprechender Form gebracht sind, mag nun versucht werden, für eine grundsätzlich ähnliche $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive dieselben Berechnungen durchzuführen, um die Vorteile der beiden Lokomotivbauarten möglichst einwandfrei gegenüberzustellen.

Für die $^3/_5$ gekuppelte Schnellzuglokomotive sollen derselbe Kessel und dieselben Abmessungen des Triebwerkes angenommen werden, nur soll statt der zweifachen Kuppelung die dreifache Anwendung finden, Dampferzeugung und Dampfverbrauch für die Dampfdruck-Leistungseinheit sollen also bei beiden Lokomotiven gleich sein.

In der Regel ist man bei dreifach gekuppelten Schnellzuglokomotiven gezwungen, den Durchmesser der Triebräder kleiner zu wählen, als an zweifach gekuppelten der »Atlantic«-2.B.1-Bauform.

Neuerdings hat man jedoch auch an $^3/_5$ gekuppelten Lokomotiven Triebräder von mehr als 2000 mm Durchmesser zur Ausführung gebracht und dabei doch Rostflächen bis zu 3,5 qm erzielen können. Daher dürfte auch der in Betracht gezogene Kessel der $^2/_5$ gekuppelten Lokomotive auf einer $^3/_5$ gekuppelten untergebracht werden können, obschon die Triebräder von 2150 mm Durchmesser beibehalten werden müfsten.

Betreffs der Abmessungen der Dampfzylinder, die ebenfalls gleich gewählt werden, könnte der Einwand erhoben werden, dafs die dreifach gekuppelte Lokomotive eine um die Hälfte gröfsere Zugkraft ausüben kann, als die zweifach gekuppelte, daher gröfsere Dampfzylinder haben müfste. Die Zugkraft der dreifach gekuppelten Lokomotive übertrifft jedoch die der zweifach gekuppelten nur bei geringeren Fahrgeschwindigkeiten, und es ist möglich, diese Zugkräfte durch vergröfserte Füllungen zu erzeugen. Bei dieser Annahme wird der Dampfverbrauch für die Dampfdruck-Leistung für beide Lokomotiven gleich, wodurch die Rechnungen sehr vereinfacht werden.

Demnach sind für beide Lokomotiven gleiche Kessel, gleiches Triebwerk und gleiche Dampfzylinder vorgesehen.

Für Berechnung des Widerstandes werden hier dieselben Grundlagen gewählt wie bei der $^2/_5$ gekuppelten Lokomotive, nur ist $a = 7{,}0$ kg/t gesetzt.

Weiter ist $F = 9{,}0$ qm, $L_1 = 48$ t, $L_2 = 62$ t und $L = 110$ t.

Hieraus ergab sich die Widerstandsgleichung für Lokomotive und Tender.

$$w^{kg/t} = 4{,}07 + 0{,}030\, V^{km/St.} + 0{,}00049\, (V^{km/St.})^2.$$

Diese Gleichung ergibt folgende Werte:

V	w
30 km/St.	5,41 kg/t
40 »	6,05 »
50 »	6,80 »
60 »	7,63 »
70 »	8,57 »
80 »	9,61 »
90 »	10,74 »
100 »	11,97 »
110 »	13,30 »
120 »	14,73 »

Diese Widerstände sind gröfser, als für die $^2/_5$ gekuppelte 2.B.1-Lokomotive. Der ganze Widerstand der $^3/_5$ gekuppelten 2.C.0-Schnellzuglokomotive ist bei Geschwindigkeiten von 30 bis 120 km/St. um 148,4 bis 197 kg gröfser als der der $^2/_5$ gekuppelten. Da die übrigen Verhältnisse der Lokomotive ungeändert erscheinen, ist der vergröfserte Widerstand nur der Kuppelung der dritten Achse zuzuschreiben. Die Vermehrung des Widerstandes ist übrigens im Verhältnisse zur Gröfse der Dampfdruck-Zugkraft nur gering und kommt erst bei sehr hohen Fahrgeschwindigkeiten zu einiger Geltung.

Die Dampfdruck-Zugkraft der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive ist dieselbe, wie für die $^2/_5$ gekuppelte, solange die Kesselleistung unbeschränkt ausgeübt werden kann.

An der $^2/_5$ gekuppelten Lokomotive hat im Beharrungszustande die Möglichkeit für die volle Ausübung der Kesselleistung bei 65 km/St. begonnen. An der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive rückt diese kritische Geschwindigkeit wegen des gröfseren Reibungsgewichtes auf 31 km/St. herab. Die gröfste Zugkraft, welche von 0 bis 31 km/St. Geschwindigkeit am Umfange der Triebräder erreicht werden kann, ist bei einem Reibungswerte von 0,16 7680 kg.

In Zusammenstellung III sind für die $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive die Dampfdruck-Leistungen und Zugkräfte, die Widerstände und die Zugkräfte am Tenderzughaken auf wagerechter Strecke und im Beharrungszustande angegeben. Ein Vergleich mit den Werten in Zusammenstellung II läfst die grofse Überlegenheit der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive bis zur Geschwindigkeit von 63 km/St. erkennen. Bei gröfseren Geschwindigkeiten ist die Zugkraft der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive wegen des gröfseren Eigenwiderstandes geringer. In Textabbildung 2 gibt MNO die Zugkraft am Tenderzughaken für die $^2/_5$, PQR für die $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive an. Hierdurch ist das Wesen der beiden Lokomotivbauarten am besten gekennzeichnet.*)

Werden die Belastungstafeln nach den angenommenen Grundlagen auch für die $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive berechnet, so erhält man Zusammenstellung V und die zeichnerische Darstellung in Textabbildung 4. Wie zu erwarten, sind die Leistungen für Geschwindigkeiten unter 63 km/St. an der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive besser.

Die gröfsten Steigungen, welche die beiden Lokomotiven bei rund 40 km/St. Geschwindigkeit zu überwinden vermögen, gibt Zusammenstellung VI an.

Zusammenstellung VI.

Steilste Steigung.

Bei Zuglast t	Für die 2/5 gekuppelte Lokomotive ‰	Für die 3/5 gekuppelte Lokomotive ‰
150	17,2	23,9
200	14,1	19,6
250	11,7	16,4
300	9,9	14,0
400	7,6	10,7

Diese Werte liefern Grundlagen für die Bemessung der Höchstbelastung mit Rücksicht auf die Steigung.

Auf der im Hügellande oft verwendeten Steigung von 10 ‰ kann die $^2/_5$ gekuppelte Schnellzuglokomotive kaum 300 t Wagengewicht fördern, die bereits als nötig erkannte Schnellzuglast von 400 t kann höchstens noch auf 7,6 ‰ Steigung gefahren werden. Die Verwendung der $^2/_5$ gekuppelten Lokomotive ist demnach auf die allergünstigsten Strecken beschränkt.

Für das Anfahren erhält man unter denselben Annahmen, wie für die $^2/_5$ gekuppelte Lokomotive, die Dampfdruck-Zugkraft der $^3/_5$ gekuppelten nach $D_1\ E_1\ C_1$, Textabbildung 1.

Die hiernach berechneten Anfahr-Schaulinien in Textabbildung 5 gelten für Züge von 150 und 400 t Wagengewicht und wagerechte Strecke 5 ‰ Steigung. Ziffermäfsig sind die Anfahrverhältnisse in den Zusammenstellungen VII und VIII angegeben. Die Überlegenheit der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive tritt in allen Fällen hervor.

Bei 400 t Zuglast kann die $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive auf 5 ‰ Steigung bis zur dritten Minute nach der Abfahrt die doppelte Geschwindigkeit der $^2/_5$ gekuppelten erreichen.

*) „Untersuchungen über die Zugkraft von Lokomotiven". Von Dr. R. Sanzin. Zeitschrift des Vereines deutsch. Ingen. Jahrgang 1906, Band 50. Seite 118.

Zusammenstellung VII.

Zuglast t	Neigungs-Verhältnis	Kuppelung der Lokomotive	Anfahrweg m	Anfahrzeit Sek	Geschwindigkeit im Beharrungszustande km/St.	Mittlere Anfahrbeschleunigung m/Sek²	Mittlere Geschwindigkeit im Anfahrabschnitte km St.
150	Wagerechte Strecke	2/5	8130	360	114,5	0,083	81,3
		3/5	7280	315	112.0	0,099	83,2
	Steigung 5,0 ‰	2/5	6380	345	98.5	0,079	66,6
		3/5	5500	285	96,5	0,094	69,4
400	Wagerechte Strecke	2/5	9200	535	92,5	0,048	61.8
		3/5	7780	440	90,5	0,057	63,6
	Steigung 5,0 ‰	2/5	7880	680	69,0	0,028	41,7
		3/5	5120	400	67.0	0,047	46,1

Zusammenstellung VIII.

Fahrgeschwindigkeit während des Anfahrens.

	Zuglast 150 t wagerechte Strecke		Zuglast 150 t Steigung 5 ‰		Zuglast 400 t wagerechte Strecke		Zuglast 400 t Steigung 5 ‰	
Kuppelung der Lokomotive	2/5	3/5	2/5	3/5	2/5	3/5	2/5	3/5
Minuten nach der Abfahrt 1	40.0	56.5	30,5	48,5	19.0	30.5	9,5	20,5
2	75.0	85,5	58,0	74,5	37,0	53,0	18,5	39,0
3	95,5	100.5	79,5	87,0	52,5	67,5	27,0	51,0
4	106,5	107,5	90,5	94,0	66,5	77,0	34,5	58,0
5	112,5	111.0	96 0	96,5	76,5	83,0	41,5	62,5
6	114,5	112,0	98,5	96,5	83,5	87,0	47,5	66,0
7	—	—	—	—	88,0	90,0	53.0	67.0
8	—	—	—	—	91,0	90,5	58.0	67,0
9	—	—	—	—	92,5	90,5	62,0	67,0
10	—	—	—	—	—	—	65,0	67,0
11	—	—	—	—	—	—	68,0	67,0

Der Gewinn an Anfahrzeit der $^3/_5$ gegenüber der $^2/_5$ gekuppelten Lokomotive ist unter Annahme bestimmter Streckengeschwindigkeiten in Zusammenstellung IX angegeben.

Zusammenstellung IX.

Gewinn an Anfahrzeit der 3/5 gekuppelten gegen die 2/5 gekuppelte Lokomotive.

Streckengeschwindigkeit km/St.	Zuglast 150 t Steigung 0 %	Zuglast 150 t Steigung 5 %	Zuglast 400 t Steigung 0 %	Zuglast 400 t Steigung 5 %
60	28 Sek.	45 Sek.	67 Sek.	253 Sek.
70	27 „	43 „	66 „	—
80	26 „	42 „	58 „	—
90	23 „	37 „	37 „	—
100	20 „	—	—	—
110	5 „	—	—	—

Besteht für die Streckengeschwindigkeit keine Beschränkung, so kann die $^2/_5$ gekuppelte Lokomotive im Beharrungszustande allerdings nach Zusammenstellung IX eine höhere Geschwindig-

keit einhalten als die $^3/_5$ gekuppelte und hierdurch den Zeitverlust für das längere Anfahren ausgleichen. Um diesen Ausgleich jedoch herbeizuführen, müssen sehr lange Strecken im Beharrungszustande zurückgelegt werden können. So ergeben sich für die vier untersuchten Fälle folgende, in Zusammenstellung X enthaltene Streckenlängen, bei denen beide Lokomotivbauarten dieselben Fahrzeiten, also auch dieselben mittleren Fahrgeschwindigkeiten erzielen.

Zusammenstellung X.

Zuglast	150 t,	wagerechte Strecke . . .	30,7 km
„	150 t,	Steigung 5 ‰	44,7 „
„	400 t,	wagerechte Strecke . . .	58,6 „
„	400 t,	Steigung 5 ‰	94,5 „

Werden kürzere Strecken im Beharrungszustande zurückgelegt, so ist stets die $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive vorzuziehen, da sie kürzere Fahrzeiten gibt. Sind dagegen die Strecken länger, so ist die $^2/_5$ gekuppelte Lokomotive günstiger, da ihre gröfsere Beharrungsgeschwindigkeit zur Geltung gelangt.

Ist eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit vorgeschrieben, so ist die $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive der $^2/_5$ gekuppelten überlegen, solange die Beharrungsgeschwindigkeit der ersteren nicht kleiner ist als die zulässige Höchstgeschwindigkeit.

Schliefslich soll die Verwendbarkeit der beiden Lokomotivbauarten für einen bestimmten Fall dargelegt werden.

Eine 53,22 km lange Strecke, die auf 31,5 km fast wagerecht ist und auf 21,12 km mit 5 ‰ steigt, ist mit einem Zuge von 150 t Wagengewicht zu befahren.

Im 15. km ist die Geschwindigkeit auf 40 km/St., im 40. km auf 30 km/St. zu ermäfsigen. Die verminderte Geschwindigkeit ist in beiden Fällen auf eine Länge von 500 m einzuhalten.

Die steilste Steigung von nur 5 ‰ bei 150 t Zuglast und sonst unbeschränkter Streckengeschwindigkeit läfst bei voller Ausnutzung der Lokomotiven eine sehr hohe mittlere Geschwindigkeit erwarten, die allerdings durch die beiden vorgeschriebenen Geschwindigkeits-Ermäfsigungen beeinträchtigt werden dürfte.

Für alle Bremsungen ist eine gleichmäfsige Verzögerung von 0,5 m/Sek² angenommen, die den gewöhnlichen Betriebsbremsungen entspricht.

Ist zunächst keine gröfste Streckengeschwindigkeit vorgeschrieben, so erhält man unter Benutzung der Anfahr-Schaulinien in Textabbildung 5 und der Belastungstafeln in den Zusammenstellungen IV und V das Fahrschaubild der Textabbildung 6, welches auf die Wegelänge bezogen ist.

Im gewählten Falle sind die Fahrzeiten für beide Lokomotiven gleich. Trotz der geringen Steigung und Zugbelastung sind die Zeitverluste für das Anfahren nach den Geschwindigkeits-Ermäfsigungen bereits so grofs, dafs die $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive trotz geringerer Beharrungsgeschwindigkeiten die Fahrzeit der $^2/_5$ gekuppelten Lokomotive einhalten kann.

Werden die Schwierigkeiten gröfser, so ist die $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive die vorteilhafteste. Es könnte überraschen, dafs die Überlegenheit der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive schon unter so günstigen Verhältnissen eintritt. Ist die höchste zulässige Geschwindigkeit im untersuchten Falle 100 km/St., so ist die Fahrzeit der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive bereits um 13 Sek. kürzer als die der $^2/_5$ gekuppelten, bei 90 km/St. Höchstgeschwindigkeit beträgt der Unterschied 35 Sek.

Die Fahrzeiten und mittleren Geschwindigkeiten sind bei 150 t Wagengewicht für die 53,22 km lange Strecke:

Zusammenstellung XI.

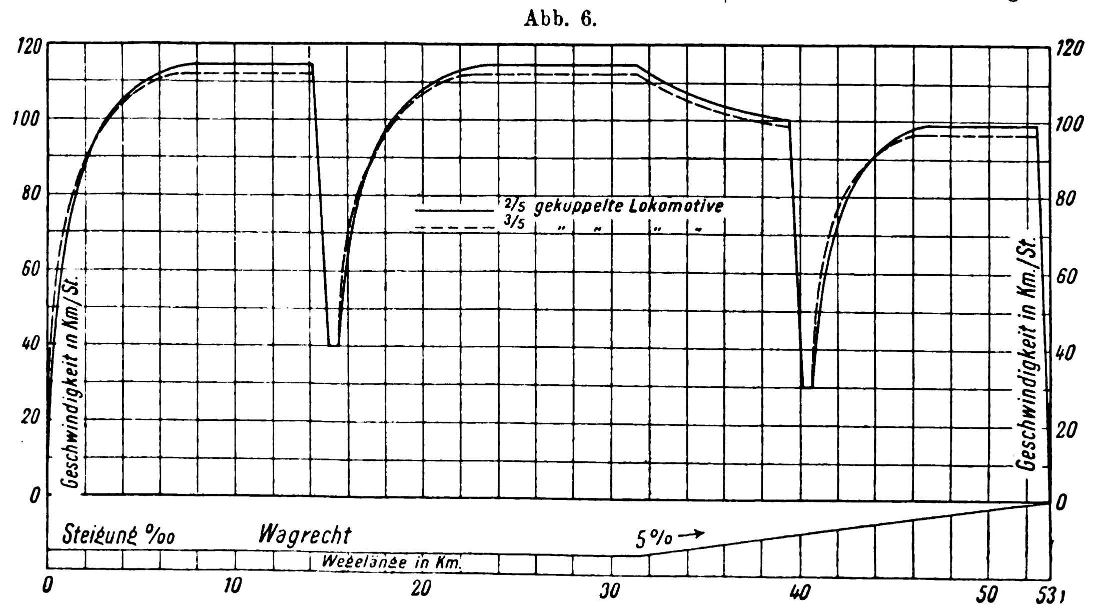
Höchstgeschwindigkeit	Fahrzeit der Lokomotive	
	2/5 gekuppelt	3/5 gekuppelt
unbeschränkt	35′ 17″	35′ 17″
100 km/St.	37′ 1″	36′ 48″
90 „	39′ 41″	39′ 6″

Höchstgeschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit der Lokomotive	
	2/5 gekuppelt	3/5 gekuppelt
unbeschränkt	90,5 km/St.	90,5 km/St.
100 km/St.	86,26 „	86,77 „
90 „	80,46 „	81,65 „

Trotz der geringen Zuglast und des günstigen Neigungsverhältnisses steht die $^3/_5$ gekuppelte Lokomotive auch bei unbeschränkter Höchstgeschwindigkeit der $^2/_5$ gekuppelten nicht nach. Bei Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit erzielt die $^3/_5$ gekuppelte günstigere Fahrzeiten.

Die Unterschiede sind nicht bedeutend, beweisen jedoch die Brauchbarkeit der dreifach gekuppelten Schnellzuglokomotive unter scheinbar für die $^2/_5$ gekuppelte sehr günstigen Verhältnissen. Die Aufgabe ist jedoch tatsächlich durch die beiden Geschwindigkeits-Ermäfsigungen sehr erschwert, diese bedingen die Überlegenheit der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive. Da jedoch ein grofser Teil der besten Schnellzugstrecken von derartigen Geschwindigkeitsbeschränkungen

Abb. 6.



betroffen wird, war es an gebracht, ein solches Beispiel zu wählen.

Mit wachsender Zuglast nehmen auch die Vorteile der $^{3}/_{5}$ gekuppelten Lokomotive zu, namentlich bei Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit.

Die $^{2}/_{5}$ gekuppelte Lokomotive bleibt nur in jenen Fällen vorteilhafter, in denen lange Strecken ohne Aufenthalt und ohne empfindliche Geschwindigkeits-Ermäfsigungen befahren werden. Der Erfolg wird um so besser, je unbeschränkter die möglichen Beharrungsgeschwindigkeiten ausgenutzt werden können, je höher also die Grenzgeschwindigkeit liegt.

Die untersuchte $^{2}/_{5}$ gekuppelte Schnellzuglokomotive erzielt auf ganz geringen Gefällen schon Geschwindigkeiten von 120 km/St. und kann auf wagerechter Strecke Zuglasten von 150, 200, 250, 300 und 400 t mit Geschwindigkeiten von 114, 109, 104, 100 und 93 km/St. befördern. Ist es nicht gestattet, diese Beharrungsgeschwindigkeiten im Betriebe dauernd beizubehalten, so nimmt man der Lokomotive die Möglichkeit, in ihrem vorteilhaftesten Leistungsgebiete zu arbeiten. Die Verwendung dreifach gekuppelter Lokomotiven ist dann aussichtsreicher.

Für alle Fälle eine scharfe Grenze für die vorteilhafteste Verwendung der beiden Lokomotivbauarten aufzustellen, ist nicht möglich. Es dürfte jedoch durch diese Erörterungen gelungen sein, die vielfach angezweifelte Eignung der dreifach gekuppelten Schnellzuglokomotive für die Beförderung sehr schneller Züge darzulegen.

Je nach Bahnneigung, Zuglast, zulässiger Höchstgeschwindigkeit und den besonders mafsgebenden örtlichen Geschwindigkeitsbeschränkungen ergeben sich in jedem Falle andere Verhältnisse, die am sichersten durch Entwickelung der Fahrschaubilder für beide Lokomotivbauarten nach Muster der Textabbildung 6 beurteilt werden können.

Die Otavi-Bahn.

Von **M. Wechsler**, Dipl.-Ing. zu Düsseldorf.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XIX.

Am 12. November 1906 hat die Eröffnung der Otavi-Bahn in Deutsch-Südwestafrika stattgefunden. Durch dieses Ereignis ist die allgemeine Aufmerksamkeit von neuem auf unser südwestafrikanisches Schutzgebiet gelenkt worden, welches ja ohnehin schon seit geraumer Zeit die Öffentlichkeit in Deutschland stark beschäftigt.

Mit der Otavi-Bahn, welche ihre Entstehung nur dem Unternehmungsmute Einzelner zu verdanken hat, ist eines der bedeutendsten Kulturwerke in unseren Kolonien geschaffen worden. Sie ist von der Otavi Minen- und Eisenbahn-Gesellschaft in Berlin zur Beförderung der Erze aus ihren in Otavi und Tsumeb befindlichen Kupfer- und Blei-Minen nach dem Hafen von Swakopmund erbaut worden. Der Bau selbst ist von der Eisenbahnbau-Unternehmung Arthur Koppel, Aktiengesellschaft, ausgeführt und trotz aufserordentlicher Schwierigkeiten aller Art nach fast dreijähriger Bauzeit zu Ende geführt.

Die Bahn führt von Swakopmund, welches dem Ausgangspunkte auch der von der Regierung erbauten Bahn Swakopmund-Windhuk dient, zunächst beinahe entlang der Regierungsbahn, bei der Station Rössing in km 43 kommen die beiden Bahnen fast zusammen, dann wendet sie sich nach Nordwesten durch die »Namib« in die fruchtbare Hochebene Südwestafrikas, auf der sie sich bis zu dem Endpunkte Tsumeb hinzieht. Die Linienführung und die Steigungsverhältnisse sind im allgemeinen als günstig zu bezeichnen, da mit sehr wenigen Ausnahmen der kleinste Halbmesser 150 ^{m} beträgt und als steilste Neigung ebenfalls mit verschwindend wenigen Ausnahmen 15 $^{0}/_{00}$ eingehalten wurde.

Die Spurweite beträgt wie die der Regierungsbahn Swakopmund-Windhuk 600 ^{mm}.

Die Bahn ist 565,5 km lang. Bei der Station Onguati, km 177, zweigt eine 14 km lange Verbindungstrecke mit der Hauptstation der Regierungsbahn, Karibib, ab.

Der erste Teil der Strecke bis Omaruru, km 236, stellte dem Baue grofse Schwierigkeiten entgegen, und zwar sowohl wegen des aufserordentlich unebenen Geländes, als auch wegen grofser Höhenunterschiede, die auf verhältnismäfsig kurze Strecken zu überwinden waren; so galt es auf den ersten 110 km der Bahn einen Höhenunterschied von 1074 ^{m} zu überwinden. Aufser mit den Geländeschwierigkeiten selbst hatte die Bauleitung im ersten Bauabschnitte noch mit zwei Umständen zu kämpfen, welche den Vorbau ungemein gehemmt und ihn zuweilen überhaupt in Frage gestellt hatten: dem Arbeiter- und Wasser-Mangel.

Der Bahnbau wurde im Oktober 1903 begonnen; schon im Januar 1904 brach der Herero-Aufstand aus, wodurch alle schwarzen Arbeiter dem Baue entzogen wurden. Zwei von der Unternehmung angestellte, kostspielige Versuche mit aus Europa nach Deutsch-Südwestafrika gebrachten italienischen Arbeitern mifslangen vollständig und hielten den Vorbau durch Ausstände nur noch mehr auf. Auf der ganzen Strecke bis km 151, Station Usakos, ist trotz eifriger Bohrversuche nirgends brauchbares Wasser gefunden. Daher mufste während der ganzen Bauzeit dieser Strecke Wasser sowohl für den Bau als auch für die Arbeiter und zur Speisung der Lokomotiven von Swakopmund aus nachgefahren werden.

Zur Verzögerung des Baufortschrittes trugen auch die schlechten Landungsverhältnisse in Swakopmund bei, weil die Frachten nur mit grofser Verspätung gelandet werden konnten.

Der Bau ging daher nur sehr langsam von statten, teilweise stockte er auch vollständig. Dies hielt bis Frühjahr 1905 an. Zu dieser Zeit wurden eine gröfsere Anzahl kriegsgefangener Hereros dem Bahnbaue zugewiesen, mit deren Hülfe nun bedeutend schneller gebaut werden konnte, namentlich nachdem die wasserlose Strecke überwunden war. Dann meldeten sich immer mehr Hereros freiwillig; die verschiedenen

Bauabteilungen konnten ständig vergröfsert werden und der Bau dadurch sehr rasch vorwärts schreiten, zumal auch das Gelände nicht mehr solche Schwierigkeiten bot wie auf dem ersten Teile der Strecke.

Im September 1905, also nach fast zweijähriger Bauzeit, wurde der öffentliche Betrieb auf der ersten Strecke bis Station Omaruru, km 236, eröffnet. Im August dieses Jahres wurde schon die Endstation Tsumeb durch die Schienenspitze erreicht. Am 12. November ist die ganze Strecke dem öffentlichen Verkehre übergeben.

Der Oberbau wiegt 50,23 kg/m; er besteht aus 90 ^{mm} hohen, 15 kg/m schweren Stahlschienen, welche mittels Klemmplatten und Klemmplattenbolzen auf 1248 ^{mm} langen und 12 kg schweren Stahlschwellen befestigt sind. Auf einen Gleisrahmen von 9 ^{m} Länge kommen 13 Schwellen.

Alle Brücken sind aus Eisen und zwar bis zu 8 ^{m} Spannweite aus Walzträgern, darüber hinaus bis zur gröfsten angewendeten Spannweite von 20 ^{m} aus genieteten Blechträgern. Die Bahn weist auf ihrer ganzen Strecke 110 Brückenöffnungen auf. Die Durchlässe, welche wegen der während der Regenzeit wolkenbruchartig fallenden Regen recht zahlreich haben eingebaut werden müssen, sind alle aus Wellblechrohren hergestellt.

Im ganzen sind fünf gröfsere Bahnhöfe und 42 Kreuzungs- und Halte-Stellen vorhanden, die alle zugleich auch als Bahnmeistereien dienen. Nur auf sieben von diesen Stationen war es möglich, Wasserstationen einzurichten, sonst konnte nirgends in der Nähe der Bahn Wasser erschlossen werden.

Die Stationsgebäude und Beamten-Wohnhäuser sind in Wellblech ausgeführt.

Bei Station Usakos, wo sich auch die Betriebsleitung befindet, ist eine grofse Werkstätte errichtet, aufserdem sind noch drei kleine Werkmeistereien auf der Strecke verteilt.

Der Betriebsmittel-Bestand ist sehr grofs. Die Zahl der Lokomotiven und Wagen übersteigt weit die vorgesehe Zahl, und zwar weil die Bahn schon während des Baues ungeheure Mengen von Regierungs- und Privat-Gütern von Swakopmund aus ins Innere des Landes befördern mufste, womit man gar nicht gerechnet hatte, da diese Güter für die Beförderung auf der Regierungsbahn bestimmt waren. Aber bald zeigte sich, dafs die Regierungsbahn einem solchen Verkehre durchaus nicht gewachsen war, daher mufste die Otavi-Bahn mit herangezogen werden.

Der jetzige Bestand der Otavi-Bahn ist: 36 3/4 gekuppelte Lokomotiven, 3 Wagen für Reisende, 1 Salonwagen, 20 Tenderwagen von 10 cbm Wasser- und 3,5 t Kohleninhalt, 190 offene Güterwagen von 10 t Tragfähigkeit, 20 bedeckte Güterwagen von 8 t Tragfähigkeit, 5 Viehwagen.

Alle Wagen laufen auf je zwei Drehgestellen eigener Bauart, damit die Last auf die Schienen günstig verteilt wird und der Schwerpunkt der beladenen Wagen möglichst tief zu liegen kommt.

Die Otavi-Bahn ist die längste Bahn in unseren Kolonien und die längste Bahn der Welt mit 600 ^{mm} Spur. Ihre Leistungsfähigkeit ist über Erwarten grofs. Noch während des Baues wurden im Frühjahre 1906 auf der Strecke zwischen Swakopmund-Karibib und Omaruru im Durchschnitte 3500 t aufser den 2500 t betragenden Baugütern im Monate befördert. In den letzten Monaten, in denen die Baugüter nur noch einige hundert Tonnen betrugen, der Betrieb daher regelmäfsiger wurde, war die Leistung bedeutend gröfser, im Oktober wurden 9600 t Regierungs- und Fracht-Güter und 2500 Reisende befördert.

Diese Zahlen bestätigen die Behauptung, dafs die Schmalspurbahnen zur Erschliefsung neuer Gebiete, in denen der Verkehr gering ist und die wirtschaftliche Entwickelung erst durchgeführt werden soll, wegen der geringen Herstellungskosten am besten geeignet sind.

Nachdem die Bahn ganz eröffnet ist, leistet sie zugleich dem Gedeihen des Landes selbst, und damit auch unseren Kolonien, hervorragende Dienste, indem sie die Grofs- und Klein-Siedelung in diesem fruchtbarsten Teile Südwestafrikas erleichtert und fördert.

In Deutsch-Südwestafrika ist nicht nur der Landwirtschaft sondern auch dem Gewerbe ein sehr weites Arbeitsfeld geboten, da an verschiedenen Stellen reiche Erzlager nachgewiesen sind. Sobald Ruhe eingekehrt sein wird, steht zu erwarten, dafs weitere Bahnbauten zur Ausbeutung der verschiedenen Erzlager in kurzer Zeit in Betracht kommen. Die sehr schnelle Entwickelung der englischen Kolonien in Südafrika ist ja hauptsächlich Folge des Minenbetriebes.

So wird auch die Otavi-Bahn in hohem Mafse dazu beitragen, die Entwickelung unseres Schutzgebietes in Südwestafrika zu fördern. Vor allem aber wird sie durch die bis jetzt schon erzielten glänzenden Ergebnisse dazu beitragen, Vertrauen zu der Zukunft unserer Kolonien in der deutschen Heimat zu erwecken.

Werkstätte zur Untersuchung der Wagen in der Hauptwerkstätte Karlsruhe.

Von **Zimmermann**, Oberingenieur in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XX.

Anfang März 1906 wurde in der Hauptwerkstätte Karlsruhe die neue Werkstätte zur Untersuchung der Wagen in Benutzung genommen*). Diese mit Sägedach versehene Werkstätte konnte wegen Platzmangel nicht mehr bei der bestehenden Wagenwerkstätte erbaut werden, mufste deshalb auf das durch den Mittelbruchgraben getrennte südliche Gelände der Hauptwerkstätte verlegt werden, wo sich bereits die Tenderwerkstätte und die Wagenlackiererei befinden. Die bisherige Überwachungs-Werkstätte war zu klein geworden, und soll nun als Wagenwerkstätte benutzt werden.

Da ferner nördlich der Lokomotiv-Werkstätte eine gröfsere Kesselschmiede gebaut wird, fallen die Wagenabstellgleise, die für die bisherige Überwachungs-Werkstätte benutzt wurden,

*) Zeitung des Vereins d. E.-V. 1906. Nr. 30.



weg. Diese Gleise konnten auf dem südlichen Gelände, wo sich bisher ein Lagerplatz der Vorratlagerverwaltung befand, vorteilhafter angelegt werden.

Textabb. 1 zeigt das Äufsere, Textabb. 2 das Innere der neuen Werkstätte.

Abb. 1. Die Wagen-Überwachungswerkstätte von der Nord-Ost-Seite aus gesehen.

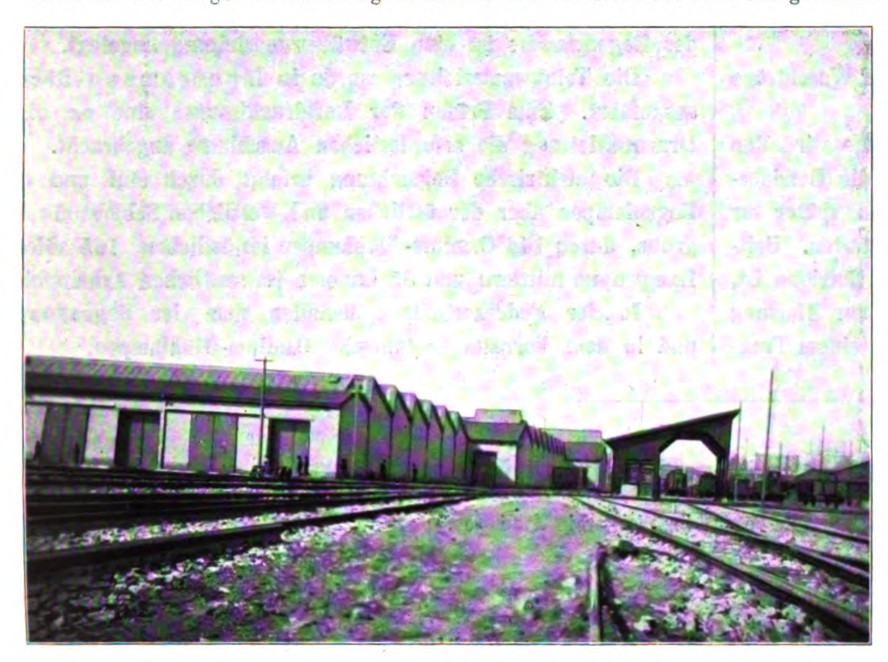


Abb. 2. Das Innere der Wagen-Überwachungswerkstätte vom westlichen Felde aus gesehen.



Die neue Überwachungs-Werkstätte hat mit den Schiebebühneneinbauten 160 m Länge und 105,4 m Breite im westlichen und mittlern, 98,6 m Breite im östlichen Felde.

Die Längen der drei Felder sind 25 m, 54,25 m und 52,25 m.

Zum Verstellen der Wagen auf die 15 Hallengleise dienen zwei versenkte Schiebebühnen von 18,0 m und 10,5 m Länge. Der Gleisabstand beträgt 6,0 m. Aufserhalb des östlichen Endfeldes läuft eine unversenkte Schiebebühne von 10 m Nutzlänge, mit der die Wagen von dem Zufahrgleise und den Abstellgleisen nach dem östlichen Endfelde verbracht werden. Alle drei Schiebebühnen sind mit elektrischem Antriebe versehen.

An der Nordwand des Mittelfeldes sind die Wascheinrichtungen und Kleiderkasten, an der Südwand der ganzen Halle die Schmiedefeuer und einige Maschinen aufgestellt. Daselbst sind auch die Klempnerei, Schlosserei und Schreinerei untergebracht; ferner ist dort ein Arbeitszimmer für die Aufsichtsbeamten eingebaut.

An dieses Arbeitszimmer schliefst sich westlich ein 65 m langes, 8,04 m breites Vorratlager an.

Mit dem westlichen Endfelde ist eine 48,88 m lange, 15,82 m breite Federnschmiede verbunden. An diesen Bau schliefst sich ein Auskochraum für Achsbüchsen an. Zum Auskochen wird Heizdampf benutzt. An der südöstlichen und nordwestlichen Ecke der grofsen Halle sind die Aborte angebaut.

Die Maschinen an der Südwand der Überwachungs-Werkstatt sind:

1 Bandsäge,
2 Wandbohrmaschinen,
1 Richtpresse mit Wasserdruck für Träger bis 300 mm Höhe,
1 Gelenk-Bohrmaschine mit Drehstromantrieb.

Daselbst befinden sich noch:

1 grofse Richtplatte von 5×1,2 m und darüber eine Kranbahn mit zwei Laufkranen von je 1000 kg Tragkraft.

Quer durch jedes der drei Felder der Halle zieht ein Schmalspurgleis von 750 mm Spur, auf welchem drei Roll-Wagen laufen.

In der Halle werden aufser den Hebezeugen mit Trägern auch die Hebezeuge ohne Träger für vierachsige Wagen der Bauart Kuttruff und Winden zum Heben der Wagen verwendet.

Ferner sind daselbst:

2 fahrbare elektrische Bohrmaschinen für Löcher bis 40 mm Weite,
1 tragbare elektrische Handbohrmaschine für Löcher bis 12 mm Weite,
8 fahrbare Nietfeuer,
4 kleine Richtplatten 600×500 mm,
2 Schleifsteine,
2 Öltische,
2 Räderschiebebühnen,
1 Räderwagen.

Zum Abheben der Drehgestellrahmen von den Achsen ist im westlichen Felde eine Kranbahn an das Dach gehängt.

In der Federnschmiede sind

2 Federglühöfen,
12 neue Schmiedefeuer mit Ambossen,



1 Richtplatte $3 \times 1,2$ m,

2 Härtebottiche,

1 Schmirgelschleifmaschine zum Abschleifen der Federnenden,

1 Exzenterpresse zum Abschneiden der Federnenden.

Die Maschinen und der Bläser für 16 Schmiedefeuer sind an eine Welle angeschlossen, die von einer Drehstrom-Triebmaschine von 15 P.S. getrieben wird.

Aufserdem sind daselbst die Kleiderkasten und Waschtröge für die Schmiede aufgestellt.

Der Dampf für die Heizung der neuen Anlage wird den Kesseln entnommen, die früher den Dampf für die Betriebsdampfmaschinen der mechanischen Werkstätte und später für die Dampfmaschinen der Stromerzeugungsanlage lieferten. Seitdem ein neues bahneigenes Elektrizitätswerk im Betriebe ist, wird die Kesselanlage für die Dampferzeugung zur Heizung verwendet. Die Hochdruck-Dampfleitung wird auf einem Traggerüste bis zur Überwachungs-Werkstatt geführt, hier sind Anschlüsse zum Prüfen der Wagenheizung abgezweigt.

In die Halle ist alsdann eine zweite Leitung als Niederdruckdampfheizung in Kuntze-Röhren, die in etwa 2 m Höhe aufgehängt sind, mit Ableitung für Niederschlagwasser eingebaut.

Der Boden der Werkstätte ist in Zementbeton ausgeführt. Für die Ableitung des Wassers zum Abwaschen der Wagen und des Regenwassers ist eine Entwässerungsleitung angelegt.

Die Trinkwasserleitung wurde in Mannesmann-Röhren ausgeführt. Zum Prüfen der Luftdruckbremse sind an einer Druckluftleitung die erforderlichen Anschlüsse angebracht.

Die elektrische Beleuchtung erfolgt durch fünf und vier Bogenlampen über der östlichen und westlichen Schiebebühnengrube, durch 144 Osmium-Glühlampen im östlichen, 165 solcher Lampen im mittlern und 85 Lampen im westlichen Arbeitsfelde.

In der Federnschmiede befinden sich vier Bogenlampen und in dem Vorratlager fünfzehn Osmium-Glühlampen.

Das Anfahren der Eisenbahnzüge.

Von **Mühlmann,** Regierungsbaumeister in Efslingen.

Das Anfahren eines Eisenbahnzuges ist eine verzögert beschleunigte Bewegung, da mit zunehmender Geschwindigkeit die Reibungswiderstände wachsen, während die aus der Triebachslast folgende Zugkraft unverändert bleibt.

Bezeichnet man mit:

G^t das Gewicht des Zuges mit Lokomotive und Tender,

L^t das Triebachsgewicht,

μ die Ziffer der Reibung zwischen Triebrädern und Schiene,

$v^{m/Sek.}$ die zur Zeit $t^{Sek.}$ erreichte Geschwindigkeit,

$p^{m/Sek.^2}$ die gleichzeitig eintretende Beschleunigung,

Z^{kg} die Zugkraft,

$(\alpha + \beta v^2)^{kg/t}$ den Zugwiderstand mit $\beta = 0{,}005$ und $\alpha = 2{,}5$ nach Frank*),

$n^{0/00}$ die Bahnsteigung,

so ist die erforderliche Zugkraft

$$Z = \frac{1{,}08}{9{,}81} G\, 1000 \,.\, p + (\alpha + \beta v^2 + n)\, G \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 1)} \quad Z = 110 \,.\, G \,.\, p + (\alpha + \beta v^2 + n)\, G,$$

worin 1,08 die Schwungkraft der rollenden Räder berücksichtigt. Die Widerstandswerte sind nicht ganz scharf, weil sich Franks Versuche auf den Beharrungszustand und nicht auf das Anfahren erstrecken und daher die Reibung der Ruhe nicht berücksichtigen.

Setzt man nun für Z den vorhandenen unveränderlichen Wert $Z = 1000 \,.\, \mu L$, und für das Verhältnis L : G die Ziffer λ ein, so folgt:

$$\text{Gl. 2)} \quad p = \frac{1}{110} \left[\mu \lambda\, 1000 - (\alpha + \beta v^2 + n)\right].$$

Wird noch:

$$\text{Gl. 3)} \quad \lambda - \frac{n}{1000\,\mu} = k$$

gesetzt, so folgt aus Gl. 2):

$$\text{Gl. 4)} \quad p = \frac{\mu \,.\, 1000}{110}\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right) - \frac{\beta v^2}{110}.$$

Mit den Zahlenwerten $\alpha = 2{,}5$, $\mu = \frac{1}{6}$, $\beta = 0{,}005$ wird:

$$\text{Gl. 5)} \quad p = 1{,}515\,(k - 0{,}015) - 455 \,.\, 10^{-7} \,.\, v^2.$$

Aus Gl. 4) folgt mit $p = \frac{dv}{dt}$

$$dt = \frac{dv}{\frac{1000 \,.\, \mu}{110}\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right) - \frac{\beta v^2}{110}}$$

und hieraus durch Integration zwischen den Grenzen 0 und t oder 0 und v

$$\text{Gl. 6)} \quad t = \frac{55}{\sqrt{1000\,\beta \,.\, \mu\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right)}} \log \frac{\sqrt{1000 \,.\, \beta \,.\, \mu\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right)} + \beta v}{\sqrt{1000\,\beta \,.\, \mu\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right)} - \beta v},$$

und

$$\text{Gl. 7)} \quad v = \frac{1}{\beta}\sqrt{1000 \,.\, \beta \,.\, \mu\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right)}\; \frac{e^{\frac{t}{55}\sqrt{\beta\mu\, 1000\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right)}} - 1}{e^{\frac{t}{55}\sqrt{\beta\mu\, 1000\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right)}} + 1}$$

und mit den obenerwähnten Zahlenwerten:

$$\text{Gl. 8)} \quad t = \frac{60{,}25}{\sqrt{k - 0{,}015}} \log \frac{0{,}91388\sqrt{k - 0{,}015} + 0{,}005 \,.\, v}{0{,}91388\sqrt{k - 0{,}015} - 0{,}005 \,.\, v}$$

und

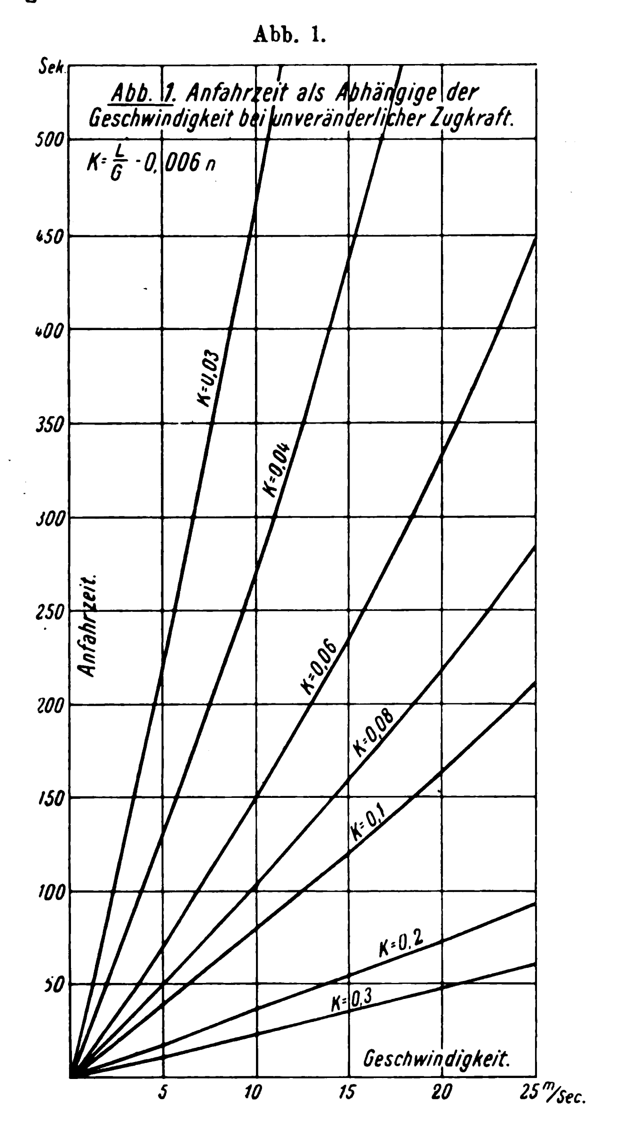
---

*) Organ 1885, S. 165; 1886, S. 201. Eisenbahntechnik der Gegenwart, 1. Auflage, Band I, S. 64; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1903, S. 464.

Gl. 9) $v = 182{,}7\sqrt{k - 0{,}015}\;\dfrac{e^{0{,}0166\,.\,t\sqrt{k - 0{,}015}} - 1}{e^{0{,}0166\,.\,t\sqrt{k - 0{,}015}} + 1}$

Gl. 8) ist in Textabb. 1 für verschiedene Werte von k aufgetragen.

Abb. 1.



Aus Gl. 7) folgt die Weggleichung $s = \int_0^t v\,.\,dt = \dfrac{55\,.\,a}{\beta}\displaystyle\int_0^t \frac{e^{at} - 1}{e^{at} + 1}\,dt$, wobei $a = \dfrac{1}{55}\sqrt{\beta\,.\,\mu\,1000\left(k - \dfrac{\alpha}{1000\,\mu}\right)}$;

$$s = \frac{55\,.\,a}{\beta}\left(\int_0^t \frac{e^{at}\,dt}{e^{at} + 1} - \int_0^t \frac{dt}{e^{at} + 1}\right)$$

$$= \frac{55\,.\,a}{\beta}\left[\frac{1}{a}\log\frac{1 + e^{at}}{2} - \frac{1}{a}\log\frac{2\,e^{at}}{1 + e^{at}}\right] = \frac{55}{\beta}\log\frac{(1 + e^{at})^2}{4\,e^{at}}$$

Gl. 10) . . . . . . $s = \dfrac{110}{\beta}\log\dfrac{1 + e^{at}}{2\,.\,e^{\frac{a\,.\,t}{2}}}$

$$s = \frac{110}{\beta}\,.\,\log\frac{1 + e^{\frac{t}{55}\sqrt{1000\,\beta\,\mu\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right)}}}{2\,e^{\frac{t}{110}\sqrt{1000\,\beta\,\mu\left(k - \frac{\alpha}{1000\,\mu}\right)}}}$$

und der Weg als Abhängige der Geschwindigkeit v

Gl. 11) . . $s = \dfrac{55}{\beta}\log\dfrac{1000\,k - \dfrac{\alpha}{\mu}}{1000\,k - \dfrac{\alpha}{\mu} - \dfrac{\beta}{\mu}v^2}$,

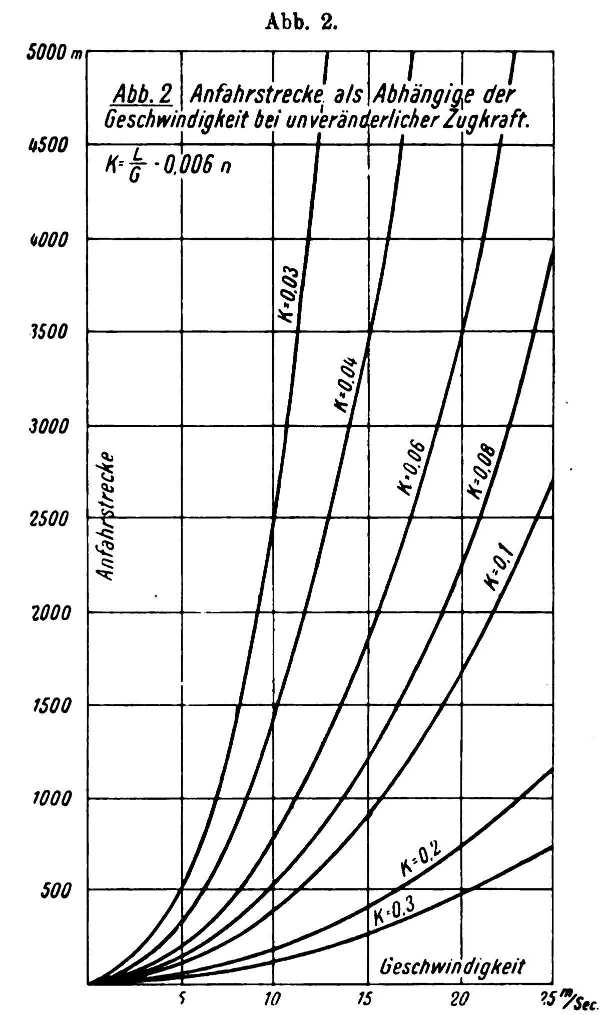
mit obigen Zahlenwerten:

Gl. 12) $s = 22000\,.\,\log\dfrac{1 + e^{0{,}0166\,.\,t\sqrt{k - 0{,}015}}}{2\,.\,e^{0{,}0083\,t\sqrt{k - 0{,}015}}}$,

Gl. 13) $s = 11000\log\dfrac{1000\,k - 15}{1000\,k - 15 - 0{,}03\,.\,v^2}$.

Gl. 13) ist in Textabb. 2 für verschiedene Werte von k aufgetragen.

Abb. 2.



Die Leistung der Lokomotive zur Zeit t ist

$Z\,.\,v = \mu\,.\,L\,.\,1000\,.\,v$, wobei für v der Wert aus Gl. 9) gilt.

Die Arbeit der Lokomotive innerhalb der ersten t Sekunden ist:

$Z\,.\,s = \mu\,.\,L\,.\,1000\,.\,s$, wobei für s der Wert der Gl. 12) oder 13) gilt.

Diese Gleichungen und insbesondere Textabb. 1 und 2 sind für jede Lokomotive, für jedes Zuggewicht und für alle Neigungsverhältnisse der Strecke brauchbar, da nicht die wirkliche Gröſse des Trieb- und des Zug-Gewichtes eingeführt sind, sondern nur die Beziehung $k = \dfrac{L}{G} - 0{,}006\,.\,n$.

Die entwickelten Gleichungen sollen nun zur Erzielung vergleichbarer Zahlenwerte auf die folgenden drei Lokomotiven angewendet werden:

Lokomotive	Art	L^t	G^t	Gröfste Geschwindigkeit m/Sek.
A	2/4 gekuppelt, Verbund	29	80	20,8
B	3/5 gekuppelt, Verbund	45	103	20,8
T	3/4 gekuppelt, Zwilling, Tender	45	60	12,5

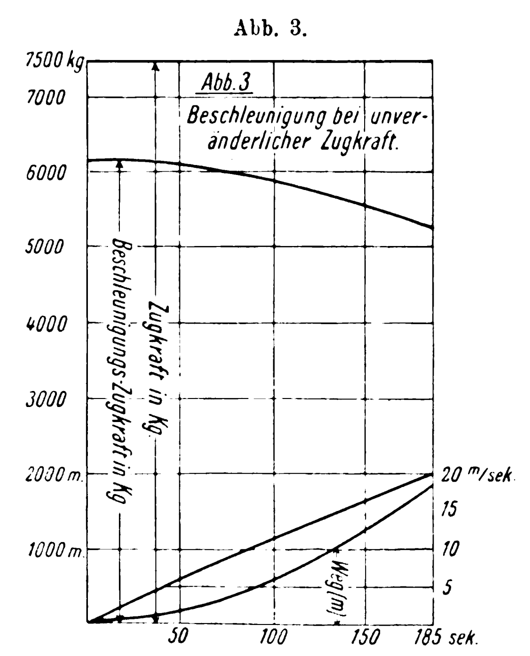
Zunächst ist aus den Gleichungen ersichtlich, dafs $k > 0{,}015 + 0{,}00003\, v^2$ sein mufs, damit sich endliche Werte für die Anfahrzeit und den Anfahrweg ergeben, also $\frac{L}{G} > 0{,}006\,.\,n + 0{,}015 + 0{,}00003\,.\,v^2$.

Diese Gleichung hat aber keine tatsächliche Bedeutung, da die Beziehung zwischen v und k nicht durch diese Gleichung, sondern durch die Leistungsfähigkeit des Lokomotivkessels bestimmt wird. Beispielsweise könnte die A-Lokomotive auf der Steigung 1 : 100 einen Zug von 400 t Wagengewicht bis auf 49 km/St. beschleunigen, wenn nur das Triebgewicht in Betracht käme; in Wirklichkeit würde aber dabei die Anfahrzeit so lang werden, dafs sich die Kesselleistung zu gering erweisen würde; die A-Lokomotive wird ihres Kessels wegen einen Zug von 400 t Wagengewicht überhaupt nicht auf der Steigung 1 : 100 auf längere Zeit fortbewegen, geschweige denn beschleunigen können.

Beispiel 1.

Die B-Lokomotive soll auf der Wagerechten einen Zug von 400 t Wagengewicht bis auf 20 m/Sek. beschleunigen. Es ist $k = \lambda = \frac{45}{400 + 103} = 0{,}0895$. Die Anfahrzeit ist nach Textabb. 1 125 Sek., die Anfahrstrecke nach Textabb. 2 1840 m. Die Gleichung der Beschleunigung ist $p = 0{,}1127 - 455\,.\,10^{-7}\,.\,v^2$. Die Zugkraft ist = 7500 kg; davon werden 55300 p zur Beschleunigung verwendet (Textabb. 3).

Abb. 3.



Beispiel 2.

Anfahren eines Zuges von 400 t Wagengewicht, der mit 12,5 m/Sek. fährt: nach den Schaulinien Textabb. 1 und 2.

1. Die Strecke ist wagerecht. Wird dieser Zug von der A-Lokomotive gefahren, so ist $k = \lambda = \frac{29}{400 + 80} = 0{,}0605$, die Anfahrzeit ist dann 190 Sek., die Anfahrstrecke 1230 m. Wird er von der T-Lokomotive gefahren, so ist

$k = \lambda = \frac{45}{400 + 60} = 0{,}098$, $t = 105$ Sek. und $s = 610^{m}$.

2. Steigung 1 : 250, n = 4.

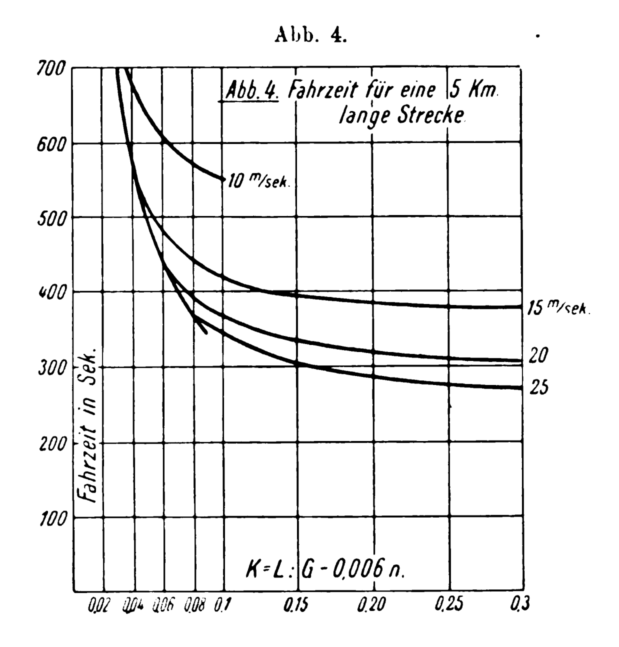
Bei der A-Lokomotive ist $k = 0{,}0605 - 0{,}006\,.\,4 = 0{,}0365$. $t = 420$ Sek., $s = 3200$ m, bei der T-Lokomotive ist $\lambda = 0{,}098$ und $k = 0{,}074$, somit $t = 170$ Sek., $s = 1000$ m.

Beispiel 3.

Wird für das Bremsen eines Zuges eine gleichbleibende Verzögerung angenommen, etwa zu 0,3 m/Sek.², dann ist der Bremsweg $s = \frac{v^2}{0{,}6} = 0{,}15\,.\,t^2$ und die Bremszeit $t = \frac{v}{0{,}3}$.

Bei dieser Annahme können die Schaulinien Textabb. 1 und 2 auch zur Bestimmung der kürzesten Zeitdauer benutzt werden, die ein Zug braucht, um eine gegebene Strecke zwischen zwei Haltepunkten zurückzulegen. In Textabb. 4 ist diese

Abb. 4.



Entfernung zwischen zwei Haltepunkten zu 5 km angenommen. Die zur Fahrt von einem zum andern Haltepunkte nötige Zeit ist am geringsten, wenn auf das Anfahren sofort das Bremsen folgt, wenn also die Geschwindigkeit am Ende des Anfahrens möglichst hoch ist. Nun gestattet aber jede Lokomotivart nur eine bestimmte gröfste Geschwindigkeit. Die Länge der Fahrzeit für die 5 km-Strecke wird also einerseits vom Zuggewichte, vom Triebgewichte der Lokomotive und von der Steigung der Bahnstrecke, also von k abhängen, anderseits von der höchsten Geschwindigkeit, die man der Lokomotive bei dem Wagengewichte noch zumuten darf. Textabb. 4 stellt die Fahrzeit als von k abhängig dar, daher erscheinen verschiedene



Linien für die verschiedenen Höchstgeschwindigkeiten. Die Fahrzeit ist berechnet nach:

$$\left(t_A + t_B + \frac{5000 - s_A - s_B}{v}\right) \text{Sek., worin}$$

t_A die Anfahrzeit (Textabb. 1), s_A die zugehörige Anfahrstrecke (Textabb. 2), t_B und s_B die Bremszeit und den Bremsweg und v die Endgeschwindigkeit des Anfahrens bedeutet.

Bei wagerechter Bahn wird ein Zug von 560 t Gewicht von einer Lokomotive von 45 t Triebgewicht in 440 Sek. von Haltepunkt zu Haltepunkt über 5 km befördert, wenn man der Lokomotive dabei eine Höchstgeschwindigkeit von 15 m/Sek. zumuten kann. Erlaubt man nur 10 m/Sek., so erhöht sich die Fahrzeit auf 570 Sek. Könnte man dagegen 20 m/Sek. gestatten, so genügten 390 Sek.

Beispiel 4.

Weiter können die Schaulinien Textabb. 1 und 2 benutzt werden, um zu bestimmen, wieviel Zeit ein Zug, der etwa vor einem Einfahrsignale einmal anhalten mufs, mehr braucht, als einer, der ohne Aufenthalt durchfährt.

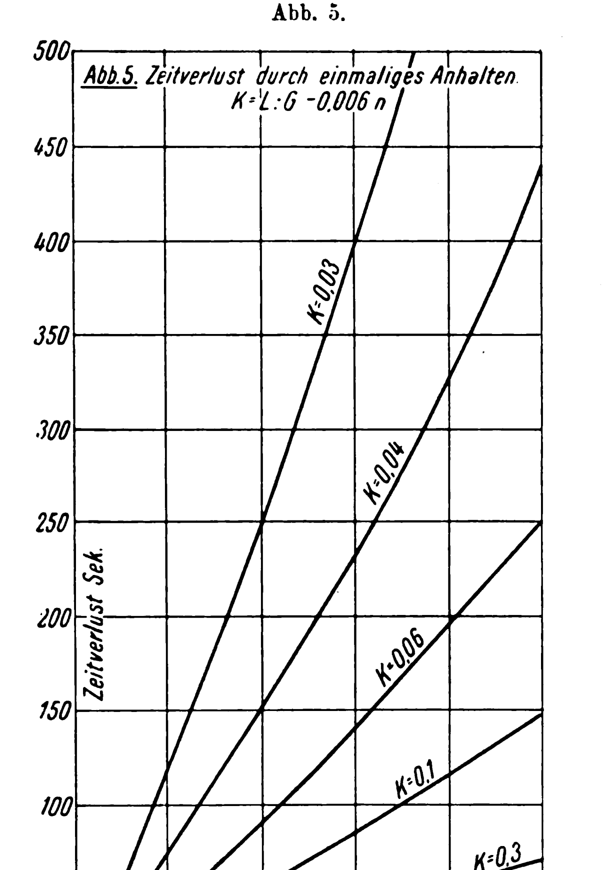
$$\text{Diese Zeit ist } t_a + t_B - \frac{s_a + s_B}{v},$$

worin v die Geschwindigkeit des am freien Signale vorüberfahrenden und die abzubremsende des anzuhaltenden Zuges bedeutet, auf die letzterer auch wieder beschleunigt werden mufs.

Dieser Zeitverlust ist in Textabb. 5 als von der Geschwindigkeit abhängig für verschiedene Werte von k aufgetragen. Die Zeit des Haltens ist nicht inbegriffen.

Mufs ein Zug von 500 t Wagengewicht, der eine Strecke von 100 km Länge fahrplanmäfsig ohne Aufenthalt in 85 Minuten durchläuft, also von zwei A-Lokomotiven gefahren wird, unterwegs einmal vor einem geschlossenen Signale halten, so entsteht ein Zeitverlust von 126 + 120 = 246 Sek., wenn das Anhalten auf der Wagerechten erfolgt mit k = 0,088 und v = 20 m/Sek., dagegen ein Zeitverlust von 153 + 120 = 273 Sek., wenn das Anhalten auf der Steigung n = 5 $^0/_{00}$ mit k = 0,058 und v = 16 m/Sek. erfolgt. Dabei ist angenommen, dafs der Zug zwei Minuten still steht.

Abb. 5.



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines, Beschreibungen und Mitteilungen von Bahn-Linien und -Netzen.

Die Splügenbahn.

(Schweizerische Bauzeitung 1907, Band IL, Nr. 9, S. 107. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnung Abb. 6 auf Tafel XX.

Der Kanton Graubünden hat am 8. November 1906 bei den schweizerischen Bundesbehörden um die Genehmigung zum Baue einer Splügenbahn nachgesucht, dem ein von Ingenieur Dr. Ed. Locher-Freuler bearbeiteter Entwurf zu Grunde liegt. Die Bahn soll Regelspur erhalten, anschliefsend an die Gleise der schweizerischen Bundesbahnen im Bahnhofe Chur beginnen und neben der rhätischen Bahn nach Ems gehen. Von hier ab entfernt sich die Bahn von der rhätischen, geht durch einen Tunnel im Vogelsang nach dem Hinter-Rhein, übersetzt diesen und zieht sich längs dem linken Rheinufer, die rhätische Bahn mit einem Tunnel unterfahrend nach der Station Rothenbrunnen, die mit der der rhätischen Bahn in nahezu gleicher Höhe liegt. Zwischen Chur und Rothenbrunnen beträgt der kleinste Gleisbogenhalbmesser 400 m, die gröfste Steigung 1 $^0/_0$; die in Chur ankommenden Züge der schweizerischen Bundesbahnen können deshalb ungetrennt bis Rothenbrunnen durchgeführt werden. Die Talstrecke Chur-Rothenbrunnen soll mit Dampflokomotiven, die Bergstrecke Rothenbrunnen-Chiavenna mit elektrischen Lokomotiven betrieben werden.

In Rothenbrunnen, km 15,396, beginnt die Nordrampe zum Splügentunnel, die 300 m als kleinsten Bogenhalbmesser und 2,6 $^0/_0$ steilste Neigung aufweist. In ihrem weitern Ver-

laufe erreicht die Linie die Station Thusis, die 718,03 m über Meer, 17,53 m höher als die Station der rhätischen Bahn liegt. Nachdem die Nolla mittels eines Kehrtunnels unterfahren ist, steigt die Bahn der Talsohle folgend nach den Stationen Rongellen-Zillis und Andeer. 1355 m oberhalb der letztgenannten Station bei km 36,990 und 1000,78 m über Meer, beginnt der grofse Splügentunnel; er erhält eine Länge von 26135 m, steigt mit 0,3 % bis zum höchsten Punkte bei km 50,575, 1040,0 m über Meer, fällt von da mit 1,85 % gegen Süden, und erreicht bei km 63,125 den Süd-Tunnelmund, 800,75 m über dem Meere. Der südliche Tunnelmund liegt also 200,03 m tiefer, als der nördliche. 13935 m des Tunnels liegen auf schweizerischem, 12200 m auf italienischem Gebiete.

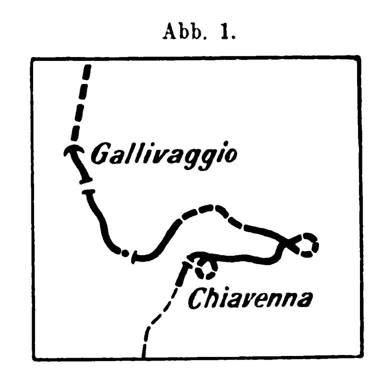
Abgesehen von einem kurzen Tunnelstücke nächst dem nördlichen Tunnelmunde liegt die Achse des Tunnels in einer lotrechten Ebene. Der Tunnel soll eingleisig, mit drei in 500 m langen zweigleisigen Tunnelstücken bestehenden Ausweichstationen gebaut werden. Auf der in die Südhälfte fallenden Station wird die Steigung zur Erleichterung des Anfahrens auf 1 % ermäfsigt.

Der Tunnel I zwischen den Kreuzung- und Mündung-Stationen soll eingleisig, mit einem durch den ganzen Tunnel gehenden gemauerten Stollen unter dem Gleise hergestellt werden; letzterer dient zur Lüftung während des Baues, zur Ableitung grofser Wassermengen, Aufnahme der Kühl- und Bohr-Wasserleitungen, der Kabel für Telegraph, Fernsprecher, Signale, Beleuchtung, sowie der Speiseleitung für den elektrischen Betrieb. Um später ohne Betriebstörungen ein zweites Gleis, oder einen zweiten Tunnel herstellen zu können, soll jede Ausweichstation an beiden Enden etwa 40 m lange Stumpfgleise erhalten, die im Tunnel II liegen würden. Die vier Tunnelabschnitte von durchschnittlich je 6 km Länge können dann gleichzeitig oder nacheinander gebaut und in Betrieb genommen werden. Zur Beschleunigung des Stollenvortriebes von Tunnel II könnten die Abschnitte durch Herstellung von Querschlägen zwischen I und II in beliebig viele Unterabteilungen geteilt werden. Der Abstand zwischen Tunnel I und II wird je nach der Beschaffenheit des Gesteines gröfser oder kleiner gewählt werden, was der Simplon-Bauweise gegenüber eine bedeutende Verbesserung bedeutet. Für die Beförderung der Ausbruch- und Mauerungs-Massen aus dem Tunnel und hinein soll ebenfalls ein neues Verfahren zur Anwendung kommen, welches das Anwachsen der Tunnelkosten für das laufende Meter mit Zunahme der Tunnellänge wesentlich vermindert.

Der Splügentunnel II wird ohne Unterstollen hergestellt, da ein solcher für die Lüftung während des Baues nicht erforderlich ist und die Tunnelwässer, wenn nötig, durch Querschläge nach Tunnel I abgeleitet werden können. Sind beide Tunnel im Betriebe, so werden die Kreuzungstationen als solche nicht mehr benutzt; sie können aber ohne weiteres wieder in Betrieb gesetzt werden, wenn einer der acht Abschnitte behufs Vornahme gröfserer Ausbesserungsarbeiten ausgeschaltet werden müfste. In dieser Beziehung ist die in Aussicht genommene Bauweise einem zweigleisigen Tunnel wesentlich überlegen. Für die Herstellung des eingleisigen Tunnels sind acht Jahre Bauzeit in Aussicht genommen.

Der südliche Mund des grofsen Tunnels liegt bei Gallivaggio, die anschliefsende Station dieses Namens in 798,0 m Meereshöhe. Zwischen Gallivaggio und Chiavenna liegen die Stationen Pianazzola in 669,15 m und Croce in 543,0 m Meereshöhe. In Chiavenna findet die Splügenbahn Anschlufs an die ebenfalls elektrisch betriebene regelspurige Bahn Chiavenna-Colico-Lecco mit Fortsetzung einerseits über Mailand nach Genua, anderseits über Bergamo nach Venedig.

Abb. 1.



Der Längenschnitt durch die Bahn ist in Abb. 6, Taf. XX dargestellt, die Entwickelung der Südrampe vor dem südlichen Tunnelmunde in Textabb. 1. —k.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Ein- und zweispurige Alpentunnel.

(Schweizerische Bauzeitung 1906, August, Band XLVIII, S. 73.)

Im Simplontunnel sind längere Strecken vorhanden, welche die Bauweise mit Untersohlen-Stollen, wie sie Professor Hennings und Oberingenieur Weber*) vorschlagen, unmöglich gemacht hätten, weil auf diesen Strecken stellenweise ein starker allseitiger Druck herrschte, und zwar häufig in scheinbar gutem Gesteine. An solchen Stellen wird der gemauerte Unterstollen verdrückt werden, Auftrieb und Seitenschub werden das Gewölbe brechen, weil es oben keine Widerlager hat, bis der volle Querschnitt gemauert ist. Bei der Zweistollen-Bauart lassen sich solche Strecken durch Ausschaltung des Betriebes vor Ort mittels Zuhülfenahme des zweiten Stollens ohne Beeinflussung des guten Arbeitsfortganges bewältigen.

Zweitens hat die Zweistollen-Bauart den Vorteil, dafs man nie gezwungen ist, Arbeiten im Wasser auszuführen. Durch die Querschläge und das rasche Nachmauern des Grabens im zweiten Tunnel bis möglichst nahe vor Ort ist es immer möglich, alle anderen Arbeiten trocken zu legen. Dafs das im Simplontunnel nicht vollkommen gelang, ist weniger der Zweistollen-Bauart, als dem Umstande zuzuschreiben, dafs der Unterschied in der Höhenlage der beiden Tunnel von 10 cm zu gering war; es sollte ein Unterschied von 50 cm angeordnet werden. Bei

*) Schweizerische Bauzeitung 1906, Juni, Band XLVII, S. 290.

der Bauart Hennings und Weber ist mindestens der Graben im Wasser herzustellen.

Der dritte Punkt betrifft die Ausbesserungen, die in zwei eingleisigen Tunneln, von denen einer zeitweise geschlossen werden kann, bedeutend leichter und billiger zu bewältigen sind, als in einem zweigleisigen Tunnel, ganz abgesehen von der Betriebsicherheit.

Bei einem nach der Zweistollen-Bauart gebauten Tunnel sollten von Anfang an beide Tunnel ausgebaut werden, schon in Berücksichtigung der Ausbesserungen, wenigstens sollten die Druckstrecken sofort in beiden Tunnel ausgebaut werden.

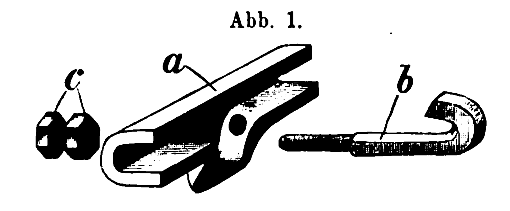
Der Achsabstand der beiden Tunnel war im Simplon mit 17 m zu klein, er sollte nicht unter 50 m gewählt werden. Dies hat zwar Verlängerung der Querschläge und damit eine Verteuerung der ganzen Anlage zur Folge, doch kann dieser Übelstand ausgeglichen werden, indem man die Querschläge in 300 bis 400 m, statt in 200 m Teilung anlegt, was nach den Erfahrungen im Simplon gut anginge. B—s.

Bahn-Oberbau.

Stützklemme zur Verhinderung des Wanderns der Schienen, Bauart Rambacher.*)

Die Klemme (Textabb. 1) besteht aus zwei Teilen, der den Schienenfufs einseitig umfassenden, schweifseisernen Klemmbacke a und der Klemmschraube b. Je eine Klemmbacke

Abb. 1.



wird in der Wanderrichtung des Gleises vor die beiden Unterlegplatten einer oder nach Bedarf mehrerer Mittelschwellen innen oder aufsen an den Schienenfufs gelegt und durch die Klemmschraube befestigt. Die Klemme und die mit Muttern c versehene Schraube wiegen zusammen 3,25 kg.

Bei den bayerischen Staatsbahnen angestellte Versuche, bei denen 2500 Klemmplatten zur Verwendung kamen, haben ergeben, dafs sich die Stützklemme fest und unverrückbar mit den Schienen verbinden läfst und geeignet ist, einen sehr starken Gleisschub sicher auf Schwellen und Bettung zu übertragen. Gegenüber der die Unterlegplatte zweiseitig umfassenden Stemmlasche hat die Stützklemme den Vorzug, dafs sie ein durch starken Wärmewechsel veranlafstes Zurückgehen der Schienen nicht hindert. Auch tritt keine Verschwächung der Schienen durch Lochung ein.

Auf Anregung des preufsischen Eisenbahnministeriums wurde die Stützklemme neuerdings so gestaltet, dafs sie sich nicht gegen die Unterlegplatte, sondern unmittelbar gegen die Schwelle legt. Durch diese Abänderung ist sie auch für eisernen Oberbau ohne Unterlegplatten verwendbar geworden.

Den Vertrieb der Klemme haben Gebrüder Himmelsbach in Freiburg i. B. übernommen. —k.

*) D. R. G. M. Nr. 261599.

Eine Vorrichtung zur Verhütung des Wanderns von Stuhl-Schienen.

(The Engineer 1906, August, S. 178. Mit Abb.)

Eine Vorrichtung zur Verhütung des Wanderns der Schienen in Stuhlschienen-Oberbau ist von dem »Forbes Patent Rail and Grip Nut Syndicate« eingeführt. Die Schienen und die eine Backe jedes Schienenstuhles sind mit Wellen oder Rinnen versehen. Von diesen kommen etwa vier auf die Breite der Stuhlbacke. Sie sind ungefähr 3 ^{mm} tief und haben am Stege der Schienen fast denselben Umrifs und dieselbe Tiefe wie am Stuhle, ein kleiner Spielraum ist jedoch vorhanden. Die beiden Reihen von Wellen legen sich ineinander, wenn die Holzkeile eingetrieben werden. Da beide Seiten des Schienensteges gewellt sind, tritt das Holz der Keile in die Wellen und hält ebenfalls die Schiene fest; die Keile werden aufserdem weniger leicht locker. B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Vierachsiger Wagen I./II. Klasse mit Wascheinrichtung für die englische Südost und Chatham-Eisenbahn.

(Engineering 31. August 1906, S. 287. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 5 auf Tafel XX.

Der Wagen ist nach den Angaben von H. S. Wainwright in Saltlay bei Birmingham gebaut. Er hat ein Abteil I. Klasse mit zwei Polsterbänken, einem festen Tische und zwei Sesseln, zusammen acht Sitzplätze, und vier Abteile II. Klasse mit 28 Sitzplätzen. Jedes Abteil ist mit Abort und Wascheinrichtung verbunden. Das Dach ist als Doppeldach ohne durchgehenden Lüftungsaufbau mit Lüftungskappen ausgebildet; die innere lichte Höhe der Abteile beträgt 2,260 ^{m}. Breite und Länge der Abteile sind aus Abb. 5, Taf. XX ersichtlich. Die Fenster haben Gegengewichte nach Laycock. Besonderer Wert ist auf die Ausstattung des Abteiles I. Klasse gelegt. Es hat elektrische Beleuchtung nach Stone, und zwar vier Lampen von je 12 Kerzen. Die II. Klasse hat je zwei Lampen von je 10 Kerzen in jedem Abteile.

Die Dampfheizung ist nach W. S. Laycock gebaut.

Wagenkasten und Untergestell bieten nichts Besonderes.

Die Drehgestelle haben 2,438 ^{m} Achsstand, die Entfernung von Mitte bis Mitte Drehgestell beträgt 10,515 ^{m}. Die Wiegenfedern sind nach Timmis ausgeführt, je drei nebeneinander, die Tragfedern haben 1,524 ^{m} Spannweite und Hülfsfedern aus Gummi.

Die Wagen laufen hauptsächlich in den Anschlufszügen zu den Dampfern. D—r.

Ergebnisse von vergleichenden Versuchen mit Triebwagen und kleinen Lokomotiven.

(Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1. Januar 1907. S. 9.)

Die ungarische Staatseisenbahn ist bekanntlich mit der Verwendung von Triebwagen sehr rasch vorgegangen, sodafs bereits Ende 1904 23 Wagen der verschiedenen Bauarten de Dion-Bouton, Stoltz, Komarek und anderer in Verwendung standen. Verschiedene Mängel, die sich während des Betriebes zeigten, gaben Veranlassung, vergleichende Versuche zwischen diesen und kleinen Lokomotiven aufzunehmen. Hauptsächlich sollte auch der Verbrauch an Kohle und Wasser festgestellt werden. Die Versuche fanden im Mai 1906 auf den Strecken Budapest-Hatvan und Hatvan-Gödöllö statt, und hatten das Ergebnis, dafs bei gleicher Leistung der Kohlen- und Wasser-Verbrauch beim Triebwagenbetriebe gröfser war. Der Ölverbrauch war bei beiden Betriebsarten gleich. Im Anheizen war der Triebwagen der Lokomotive gegenüber hinsichtlich des Heizstoff-Aufwandes und der Zeit bis zur Erreichung der vollen Dampfspannung im Vorteile. Die Verwaltung glaubt diesen bei fortdauerndem Betriebe eine untergeordnete Rolle spielenden Nachteil durch Verwendung von Brotan-Kesseln*) bei den Lokomotiven beseitigen zu können.

Da die Erhaltungskosten einer kleinen Lokomotive und eines Wagens nach den Erfahrungen der ungarischen Staatseisenbahnen zusammen noch wesentlich kleiner sind als die eines gleichwertigen Triebwagens, so sollen zur Entscheidung der Frage, ob die Abwickelung eines schwachen Verkehres in kurzen Zwischenräumen besser mit Triebwagen oder mit kleinen Lokomotiven erfolgt, weitere Vergleichsversuche vorgenommen werden. Als Lokomotiven werden hierzu verwendet: eine einfach gekuppelte kleine Lokomotive mit Brotan-Kessel, Verbundwirkung und Überhitzer, eine zweifach gekuppelte kleine Lokomotive mit Gewichtsausgleich nach Bauart der bayerischen Staatseisenbahnen mit Überhitzer und mechanischer Feuerbeschickung und fünf kleine Verbundlokomotiven. Das Ergebnis der grofszügig angelegten Versuche wird die viel umstrittene Frage hoffentlich klären. W—s.

3/5 gekuppelte 2.C.0-Güterzuglokomotive für die Kaledonische Eisenbahn.

(Engineering 31. August 1906, S. 299, 1. Februar 1907, S. 145. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7, Taf. XX.

Die für Eilgüter- oder schweren Personen-Dienst bestimmten Lokomotiven sind nach dem Entwurfe des Lokomotivinspektors der Kaledonischen Eisenbahn, F. M'Jntosh von den St. Rollex Werken gebaut. Die beiden Zwillingszylinder liegen innen und haben den Schieberkasten zwischen sich; sie sind daher verhältnismäfsig klein. Die Steuerung ist die von Stephenson. Die Triebstangen arbeiten auf die erste Achse, wodurch sich als Nachteil geringe Stangenlänge, als Vorteil fast wagerechte Lage der Zylinder ergibt. Die letzte Achse hat ein Seitenspiel von 12,7 mm, die Kuppelstange zum Ausgleiche ein Kreuzgelenk. Der Langkessel hat 1613 mm Durchmesser und ist mit flufseisernen, galvanisierten Heizrohren ausgerüstet. Es ist eine eigene Bauart der Umsteuerung angewandt. Kolben- und Schieberstangen-Stopfbüchsen haben Metallpackung. Ausgerüstet ist die Lokomotive mit Sandsteuer, Westinghouse- und Saugebremse.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Dampfzylinder, Durchmesser d	482,6	mm
» Hub h	660	»
Triebraddurchmesser D	1524	»
Heizfläche, Heizrohre	175,6	qm
Feuerbüchse	11,9	»
Im Ganzen H	187,5	»
Rostfläche R	1,95	»
Dampfüberdruck p	rd. 12	at
Heizrohre, Länge zwischen Rohrwänden	4127	mm
» äufserer Durchmesser	50,8	»
» Anzahl	242	
Mittlerer Kesseldurchmesser	1613	mm
Reibungsgewicht	46,2	t
Gewicht im ganzen	60,5	t
Tender, Wasserinhalt	13,5	cbm
» Kohlenvorrat	4,57	t
» Dienstgewicht beladen	37,15	t

Die Achsstände ergeben sich aus Abb. 7, Taf. XX.

D—r.

Lokomotiven mit Überhitzer, Bauart Schmidt.

Nach Angaben des Erfinders wurden in den nachbezeichneten Ländern folgende Lokomotiven mit Überhitzern Bauart Schmidt bestellt:

	bis 1903	1904	1905	1906
Preufsen	69	57	132	424
Belgien	—	3	27	110
Rufsland	1	8	31	54
Schweden	—	1	7	39

Für 1907 wurden von den preufsischen Staatsbahnen weitere 467 Lokomotiven bestellt. Im ganzen befanden sich Ende Februar 1907 1780 Lokomotiven mit Überhitzern Bauart Schmidt im Betriebe oder Baue, darunter 1175 mit Rauchröhren-Überhitzern. —k.

Platten-Wagen der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.

(Engineering 1906, August, S. 222.)

Die Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn hat zur Beförderung grofser eiserner Platten eine Anzahl Wagen mit einem geneigten Lager gebaut. Einer von ihnen ist zur Aufnahme der schwersten Platten bestimmt, welche von den Schneider-Werken in Creusot hergestellt werden. Der Wagen wiegt 21,3 t und hat eine Tragfähigkeit von 40,6 t. Er kann Platten bis 20 m Länge und 4 m Breite aufnehmen. Platten dieser gröfsten Breite werden an ihrem untern Rande in verstellbaren Klauen gehalten, welche sich an der Aufsenseite der Rahmenplatte in einer Ebene mit dem geneigten Lager und in einer Höhe von 500 mm über Schienenoberkante befinden. Das geneigte Lager kann 3,23 m breite Platten aufnehmen, wobei sich die zum Halten des

*) Organ 1904, S. 115.

Unterrandes dienenden Klauen in einer Ebene mit der Wagenbühne befinden.

Der Wagen ist zwischen den Aufsenflächen der Buffer 21,2 m lang; die Länge des Rahmens zwischen den Aufsenflächen der Kopfschwellen beträgt 20,2 m. Das geneigte Lager besteht aus sieben aus Winkeleisen hergestellten Feldern von 2,7 und 2,65 m Weite, deren Oberkante 3,75 m über Schienenoberkante liegt. Weiter ist die Länge zwischen den Drehgestellmitten 14 m, der Achsstand der Drehgestelle 1,8 m, der Raddurchmesser 940 mm.

Der Wagen ist ganz von Eisen und ruht auf zwei Drehgestellen. Der Rahmen besteht aus zwei Rahmenbalken, welche durch die Kopfschwellen, die Drehbolzen-Querbalken der Drehgestelle, Quersteifen und eine mittlere Längssteife versteift sind. Die Zughaken sind zur Erleichterung des Durchfahrens von Bogen mit Gelenken versehen. B—s.

Dampf-Triebwagen für die Lancashire- und Yorkshire-Bahn.

(Engineering 2. November 1906, Seite 561. Mit Abb.)

Der von G. Hughes entworfene und von der Bahn selbst in Harwich gebaute Triebwagen ist vierachsig und so eingerichtet, dafs der Wagen mit den Sitzplätzen und seinem am Ende befindlichen Drehgestelle von der $^2/_2$ gekuppelten 0. B. 0.-Lokomotive getrennt werden kann. Vor dem Abkuppeln mufs das der Lokomotive zugekehrte Wagenende gestützt werden. Bei Ausbesserungen brauchen also nicht Lokomotive und Wagen aufser Betrieb gesetzt zu werden.

Zunächst der Lokomotive befindet sich ein Gepäckraum von 10 cbm Rauminhalt, am Ende des Wagens ein Führerabteil und dazwischen 56 Sitzplätze III. Klasse. Die Sitzlehnen sind je nach der Fahrtrichtung umlegbar. In der Mitte der Längswände sind Türen mit Klapptritten, die vom Wagenende aus bedient werden. Zwischen Lokomotive und Führerabteil besteht eine elektrische Klingelverbindung; Dampfregler, Pfeife, Sauge- und Handbremse können an beiden Wagenenden bedient werden. Die Lokomotive hat aufsen liegende Zwillingszylinder mit Heusinger-Steuerung und einen kleinen Lokomotivkessel. Die Triebwagen nehmen Steigungen von 1 : 40 und 1 : 50 auf eine Länge von 2,5 km mit 55 bis 65 km/Std. Geschwindigkeit.

Die Hauptabmessungen sind:

Zylinder-Durchmesser d	366	mm
Kolbenhub h	488	»
Triebraddurchmesser D	1108	»
Laufraddurchmesser	1067	»
Drehgestellachsstand	2438	»
Ganzer Achsstand	16662	»
Kesseldurchmesser	1295	»
Anzahl der Heizrohre	199	
Durchmesser der Heizrohre, aufsen	45	mm
Länge zwischen den Rohrwänden	1500	»
Heizfläche in den Rohren	42,3	qm
» » der Feuerbüchse	5,0	»
Ganze Heizfläche H	47,3	qm
Rostfläche R	0,87	»
Kohlenvorrat	1000	kg
Wasservorrat	1,43	cbm
Länge zwischen den Buffern	21,158	m
Reibungsgewicht	33,22	t
Ganzes Dienstgewicht ohne Fahrgäste	48,26	t

D—r.

2/5 gekuppelte 2. B. 1-Vierzylinder-Verbundlokomotive der französischen Nordbahn.

(Engineering 12. Oktober 1906, Seite 488. Mit Abb.)

Die Lokomotive ist von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft gebaut worden. Nach der de Glehn'schen Anordnung arbeiten die aufsen liegenden Hochdruckzylinder auf die hintere, die innen liegenden Niederdruckzylinder auf die vordere Triebachse. Die vier Flachschieber werden von zwei getrennten Heusinger-Steuerungen angetrieben. Die Schmierung erfolgt durch Bourdon-Öler. Eine besondere in die Überströmrohre eingebaute Anfahrvorrichtung läfst Dampf von 6 at Überdruck in die Verbinder eintreten und leitet den Auspuffdampf der Hochdruckzylinder in das Blasrohr. Diese Vorrichtung wird durch eine Hülfsluftmaschine in Bewegung gesetzt. Die Kurbeln sind um 162° statt 180° gegen einander versetzt.

Die erste Lokomotive dieser Gattung, die im Jahre 1891, allerdings mit anderen Abmessungen, gebaut ist, beförderte einen Zug von 150 t Gewicht auf der Steigung von 5 ‰ mit 65 km/St. Geschwindigkeit; die hier beschriebene Lokomotive hat dagegen bei Probefahrten auf 5 ‰ Steigung einen Zug von 300 t Gewicht mit 90 km/St. Geschwindigkeit befördert.

Ihre Hauptabmessungen sind:

Hochdruckzylinder, Durchmesser d	340	mm
Niederdruckzylinder, » d_1	560	»
Hub h	640	»
Triebraddurchmesser D	2040	»
Laufraddurchmesser am Drehgestelle	900	»
» der hintern Laufachse	1420	»
Kesseldurchmesser im Mittel	1490	»
Länge zwischen den Rohrwänden	4300	»
Anzahl der Heizrohre nach Serve	126	
Äufserer Durchmesser der Heizrohre	70	mm
Heizfläche in der Feuerbüchse	15.8	qm
» » den Heizrohren	204,4	»
» ganze H	220.2	»
Rostfläche, Vorderteil beweglich, R	2,76	»
Kesselüberdruck p	16,5	at
Reibungsgewicht L_1	32,5	t
Ganzes Dienstgewicht L	66,2	t
Dienstgewicht des dreiachsigen Tenders	18,1	t
Wasserinhalt	11	cbm
Kohlenvorrat	4000	kg

D—r.

Betrieb.

Die Entgleisung von Salisbury *).

(Engineer 5. Oktober 1906, S. 353. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 und 4 auf Tafel XX.

Major Pringle, vom Handelsamte mit der Untersuchung des Eisenbahnunfalles bei Salisbury betraut, berichtet folgendes:

Der einmal wöchentlich zwischen Plymouth und London verkehrende Schnellzug entgleiste hinter der Station Salisbury und fuhr in einen in entgegengesetzter Richtung fahrenden Güterzug. Der Sonderzug, welcher aus einem Gepäckwagen, drei Wagen I. Klasse mit Seitengang und einem Küchenwagen bestand, wurde von einer 2/4 gekuppelten Schnellzug-Lokomotive mit vorderm Drehgestelle und vierachsigem Tender befördert.

Die Wagen hatten je zwei zweiachsige Drehgestelle. Der Zug war mit durchgehender Sauge-Bremse ausgerüstet, welche von der Lokomotive aus bedient wurde und auf die Trieb- und Kuppelräder und alle Räder des Tenders und der Wagen wirkte. Aufserdem hatten Tender-, Gepäck- und Küchen-Wagen Handbremse. Die Bremsen scheinen in gutem Zustande gewesen zu sein. Der Güterzug von 21 Wagen wurde von einer 2/2 gekuppelten Tender-Lokomotive befördert. In dem Schnellzuge befanden sich 43 Fahrgäste I. Klasse, die von Amerika kommend in Plymouth an Land gegangen waren. 24 Fahrgäste und die Lokomotiv-Mannschaft wurden getötet, 7 Fahrgäste, der Fahrkartenschaffner und 2 Wärter mehr oder weniger schwer verletzt.

Die drei ersten Fahrzeuge des Schnellzuges überschlugen sich nach verschiedenen Richtungen, die Untergestelle wurden von den Wagenkasten losgerissen und vollständig zerstört. Vom vierten Fahrzeuge wurden eine Stirn- und eine Seiten-Wand zertrümmert, während sich der letzte wenig beschädigte Wagen aufrichtete und auf der Hinterachse stehen blieb. Lokomotive und Tender überschlugen sich nach rechts und erlitten trotzdem nur geringe Beschädigungen. Dies geht auch daraus hervor, dafs die Lokomotive kurz nach dem Unglücksfalle auf ihren eigenen Rädern nach Nine Elms befördert wurde.

Fünf Wagen des Güterzuges wurden vollständig zerstört und fünf andere stark beschädigt.

Von beiden Seiten führen zwei Hauptgleise in den Bahnhof Salisbury, wo sie sich zu je zwei Gleisen erweitern, je zwei dienen dem Nah- und zwei dem Fern-Verkehre (Abb. 3, Taf. XX). Auf den beiden nördlichen Gleisen verkehren die Züge nach London, auf den südlichen die nach Devonport.

Auf jeder Seite des Bahnhofes befindet sich ein Stellwerk, Salisbury Ost und West. Der Schnellzug durchfuhr den Bahnhof von Westen nach Osten auf dem nördlichen Gleise für den Fernverkehr, wie die Pfeile in dem Lageplane andeuten. Die ungefähre Lage der Lokomotive mit Tender und der Wagen nach dem Unglücksfalle ist in dem Lageplane dargestellt. Das Gleis hat am westlichen und östlichen Ende des Mittelbahnsteiges Krümmungen, von denen die östliche, in der der Unfall sich ereignete, ursprünglich mit einem Halbmesser von 201,2 m verlegt war. Unmittelbar hinter der Fishertonstrafse ist das Ferngleis mit dem Vorortgleise durch eine doppelte Kreuzungsweiche verbunden. Die Halbmesser der Krümmungen an den Weichen betrugen ungefähr 150,9 m. Die Neigungsverhältnisse des Bahnhofes sind:

Gefälle 1 : 520 vom westlichen Stellwerke bis A (Abb. 3, Taf. XX);

Steigung 1 : 547 zwischen A und D;

» 1 : 158 von D bis F;

2,42 km vor dem Stellwerke Salisbury West liegt ein Gefälle von 1 : 115 bis 1 : 183.

Die Schnellzuglokomotive ist in Abb. 4, Taf. XX dargestellt. Sie hat Innenzylinder von 482 mm Durchmesser und 660 mm Hub. Der Dampfdruck beträgt 12,1 at.

Die Abmessungen und Gewichte der Wagen sind folgende:

	Kastenlänge.	Gewicht leer.
Packwagen	13,41 m	19,56 t
Drei Wagen I. Klasse je	14,48 »	3×23,88 = 71,64 »
Küchenwagen	14,63 »	23,62 »
	Im ganzen . .	114,82 t

Mit Gepäck und Fahrgästen wird das ganze Zuggewicht hinter dem Tender ungefähr 122 t betragen haben. Die Länge des ganzen Zuges einschliefslich Lokomotive und Tender war zwischen den Buffern 94,38 m.

Zur Beleuchtung wurde Pintsch-Ölgas benutzt. Der Sonderzug wurde am 9. April 1904 zum erstenmale im Beisein von Beamten der Gesellschaft gefahren und verkehrt seitdem fast regelmäfsig einmal wöchentlich. Lokomotiv-Wechselbahnhof ist Templecombe-Junktion, während Salisbury von diesem Zuge durchfahren wird. Die vorgeschriebenen Fahrzeiten und Durchschnittsgeschwindigkeiten des Zuges sind:

Strecke.	km.	Fahrzeit.	Durchschnitts-geschwindigkeit.
Devonport bis Templecombe	189,18	2 St. 21 Min.	80,5 km/St.
Templecombe-Waterloo	180,32	1 » 56 »	93,22 »

Ein Probezug wurde für den neuen Dienst seinerzeit nicht gefahren, da der Fahrplan nach den Fahrzeiten der gewöhnlichen Schnellzüge aufgestellt war. Diese waren nach Verlauf eines Jahres beschleunigt worden, worauf eine Versuchsfahrt angestellt wurde. Hierbei wurde festgestellt, dafs hohe Geschwindigkeit beim Durchfahren des Bahnhofes Salisbury zu vermeiden sei. Für die nicht haltenden Schnellzüge wurde daher die gröfste Durchfahrgeschwindigkeit in Salisbury auf 48 km/St. festgesetzt. Sodann wurde bis zum 10. Februar 1906 die Geschwindigkeit nicht mehr geändert, von welchem Tage ab die Fahrzeit zwischen Devonport-Salisbury um 1 Minute verlängert wurde. Ferner wurde die Fahrzeit zwischen dem West- und Ost-Stellwerke in Salisbury auf 1 Minute festgesetzt, was bei 0,69 km Abstand der verminderten Geschwindigkeit von 41,4 km/St. entspricht. Diese Fahrzeitveränderung wurde durch eine Beschwerde veranlafst, nach der ein Sonderzug die Geschwindigkeit von 48 km/St. im Bahnhofe überschritten haben sollte. Die Fahrzeit zwischen Devonport und Waterloo blieb dabei unverändert, da die zwischen Basingstoke und Hampton Court gekürzt werden konnte. Aus den vor-

*) Organ 1907, S. 25 und 44.

handenen Aufzeichnungen geht hervor, dafs der Sonderzug seit seiner Einstellung im April 1904 keine Beschleunigung erfahren hat. Ferner besteht seit dem 20. April 1904 die Vorschrift, dafs alle durch Salisbury fahrenden Züge im Bahnhofe die Geschwindigkeit von 48 km/St. nicht überschreiten dürfen. Der Führer, welcher den Zug von Devonport bis Templecombe brachte, bestätigte, dafs die durchgehende Bremse gut arbeitete, und dafs er sie auch benutzt habe. Lokomotiv- und Zug-Führer bezeugen, dafs der Zug ohne Störung eine Minute vor der fahrplanmäfsigen Zeit nach Templecombe gebracht wurde. In Templecombe fand Lokomotivwechsel statt. Der Zugführer, welcher in dem am Ende des Zuges laufenden Küchenwagen fuhr, prüfte nicht nach Vorschrift von seinem Standorte aus die Bremse, bevor der Zug Templecombe verliefs. Er behauptet aber, dafs er an seinem Spannungsmesser den Druck hat steigen sehen, nachdem die Lokomotive mit dem Zuge verbunden war. Bis Templecombe fuhr der Zug ziemlich fahrplanmäfsig, setzte bis Dinton, dem zweiten Bahnhofe vor Salisbury, 4 Minuten zu, und holte zwischen Dinton und Salisbury-West 2 Minuten ein. 3,5 Minuten waren für die Fahrt von Wilton, dem ersten Bahnhofe vor Salisbury und Salisbury-West gestattet, nur 2 Minuten wurden gebraucht. Zwischen Dinton und Wilton betrug die Geschwindigkeit 112,7 km/St., zwischen Wilton und Salisbury-West 111,7 km/St. Da diese Zeitangaben von den Stellwerkswärtern stammen, so sind sie mit Vorsicht aufzunehmen, die Geschwindigkeit kann noch höher gewesen sein. Der Zugführer meint, dafs der Zug mit etwa 1 Minute Verspätung bei Salisbury-West eingetroffen sei. Nach seiner seit Februar 1906 gemachten Beobachtung bremsten die Lokomotivführer den Zug kurz vor Salisbury-West, um die Geschwindigkeit des Zuges auf 48 km/St. zu ermäfsigen. Bei der Unglücksfahrt tat der Lokomotivführer dies nicht, der Zugführer suchte seine Aufmerksamkeit zu erregen, indem er seine Handbremse bediente. Als er sah, dafs der Zeiger des Spannungsmessers der durchgehenden Bremse sich nicht bewegte, betätigte er sie vorsichtig wiederum in der Absicht, den Lokomotivführer auf die hohe Geschwindigkeit des Zuges aufmerksam zu machen. Der Eingriff hatte jedoch nicht die gewünschte Wirkung, und war selbst nicht stark genug, um die Geschwindigkeit des Zuges zu vermindern. Der ganze Vorgang spielte sich während einer sehr kurzen Zeit ab. Der Zugführer schätzt die Geschwindigkeit des Zuges am westlichen Ende des Bahnhofes auf 80 bis 96 km/St.

Die Beobachtung des Stellwerkwärters im Stellwerke Salisbury-West bestätigt die Aussagen des Zugführers. Während der Zug an seinem Stellwerke vorüberfuhr, hat er eine Abnahme der Geschwindigkeit sowie ein Arbeiten der Bremse nicht wahrnehmen können, doch wurde der Dampf abgesperrt und die Dampfpfeife ertönte.

Nach dem Unfalle wurde festgestellt, dafs der Regler geschlossen, die Steuerung ganz nach vorn ausgelegt war, und das Führerbremsventil in Fahrstellung stand. Dies beweist, dafs die Lokomotive kurz vor dem Unfalle nicht arbeitete und die durchgehende Bremse nicht in Tätigkeit getreten war. Die tatsächliche Geschwindigkeit läfst sich nur annähernd ermitteln, sie mufs jedoch mindestens doppelt so grofs gewesen sein als die vorgeschriebene, und es ist sehr wohl möglich, dafs sie 112 km/St. betragen hat, wie von einem der Fahrgäste beobachtet wurde.

Der Lokomotivführer fuhr den Sonderzug zum erstenmale. Er war 40 Jahre alt und hatte während der letzten 8 Jahre zwischen London und Exeter gefahren. Er war ein in jeder Hinsicht befähigter Schnellzugführer und als enthaltsamer Mann bekannt. Der Bahnhofsvorsteher sowie ein Weichensteller in Templecombe, welche dort mit dem Lokomotivführer gesprochen haben, bestätigen, dafs er vollständig nüchtern und dienstbereit war. Der Weichensteller ersah aus des Führers Mitteilungen, dafs er die Vorschrift über Minderung der Geschwindigkeit in Salisbury und die vorgeschriebene Fahrzeit zwischen den Stellwerken Salisbury-West und Ost von 1 Minute kannte. Es ist unverständlich wie ein so erfahrener Führer an dieser gefährlichen Stelle mit solcher Sorglosigkeit fahren konnte. Da die Dampfpfeife beim Vorbeifahren am Stellwerke Salisbury-West ertönte, so ist anzunehmen, dafs der Führer wachsam war. Es ist möglich, dafs ein Führer, welcher bisher den Bahnhof Salisbury nie ohne Aufenthalt durchfahren hatte, nicht an die gefährliche Krümmung dachte. Da festgestellt ist, dafs der Regler geschlossen war, so scheint der Führer die Absicht gehabt zu haben, die Geschwindigkeit zu mäfsigen. Er unterliefs jedoch die Anstellung der Bremse. Als das Unglück sich ereignete, war er 9,5 Stunden im Dienste. Man hat behauptet, die Lokomotivführer des Sonderzuges seien durch Trinkgelder der Fahrgäste veranlafst, mit möglichst hoher Geschwindigkeit zu fahren. Major Pringle hat jedoch keine verbürgte Angabe für diese Behauptung ermitteln können. Die Fahrgäste hatten auch erst bei der Ankunft in Waterloo Gelegenheit, mit dem Lokomotivführer zu sprechen.

Die Krümmung, in welcher der Unfall stattfand, beginnt unmittelbar am Ostende des Inselbahnsteiges. Sie hat eine Länge von 84 m und liegt zwischen den Punkten D und E (Abb. 3, Tafel XX). Die Halbmesser scheinen 241 m auf beiden Enden und 161 m in der Mitte der Krümmung betragen zu haben. Das Gleis ist in der Krümmung bis auf je eine Schienenlänge an den beiden Enden mit Zwangschienen versehen. Die gröfste Schienenüberhöhung beträgt auf einer Länge von 13,7 m 89 mm. Die Zerstörung des Gleises war sehr gering und gänzlich verschieden von der bei einer durch zu hohe Geschwindigkeit verursachten Entgleisung zu erwartenden. Die Schienen waren nicht gebrochen. Weder Fahr- noch Leit-Schiene zeigte Spuren des Angriffes der Radkränze. Besonders an der Leitschiene, welche mit Schmutz und Schmiere bedeckt war würden solche Kennzeichen leicht sichtbar gewesen sein. Kein innerer Backen der Stühle unter Fahr- und Leit-Schiene war gebrochen.

Das südliche Gleis, auf dem der Güterzug fuhr, war westlich von der Brücke über die Fishertonstrafse auf eine Länge von 36,5 m fast vollständig zerstört. An der Stelle etwa, an der die nördliche Schiene des südlichen Gleises gelegen hatte, war eine 1 m tiefe Furche gezogen. Aus der Beschaffenheit des Oberbaues nach dem Unfalle konnte man nicht schliefsen, dafs die Lokomotive etwa die Schienen erklettert hätte oder aus ihnen herausgesprungen wäre. Der Oberbau befand sich in gutem Zustande.

Lokomotive und Tender wurden in Salisbury und nach

ihrer Ankunft in den Werken von Nine Elms eingehend untersucht. Die Lokomotive war seit August 1905 in Dienst. Die Räder und Radflansche befanden sich in gutem Zustande. An den Rädern des vordern Drehgestelles fanden sich keine Zeichen des Aufsteigens auf die Schiene. Alle Achsen waren unbeschädigt. Ferner kann sich das Drehgestell nicht geklemmt und eine Entgleisung herbeigeführt haben, da für den Zapfen ein Spielraum von 3 mm vorgesehen war.

Nach den von dem Oberingenieur der Gesellschaft angestellten Ermittelungen liegt der Schwerpunkt der Lokomotive ungefähr 1,524 m und der des Tenders 1,447 m über S.O. Diese Fahrzeuge würden daher in einem Bogen von 161 m Halbmesser bei 89 mm Überhöhung und 108 km/St. Geschwindigkeit auf den Rädern der Aufsenseite laufen. In dem Bogen von Salisbury betrug die Überhöhung gröfstenteils weniger als 89 mm, somit konnte bei 108 km/St. Umkippen stattfinden. Major Pringle ist der Überzeugung, dafs der Unfall hierdurch veranlafst ist, und dafs er durch Einhaltung der festgesetzten Geschwindigkeit von 48 km/St. sicher vermieden wäre.

H—t.

Technische Litteratur.

The Worlds Locomotives. A digest of the latest Locomotive-practice in the railway countries of the World. By Charles S. Lake, author of »the locomotive simply explained«. London, P. Marshall & Co., 26—29 Poppin's court, fleet street, E. C. Preis 10,5 shillings.

Der stattliche Band gibt eine höchst beachtenswerte Übersicht über den augenblicklichen Stand des Lokomotivbaues in allen dafür mafsgebenden Ländern unter Angabe der wichtigsten Einzelheiten und deren Ausbildung. Die meisten Darstellungen sind gegitterte Lichtbilder, doch ist auch eine gröfsere Zahl gefalteter Tafeln mit ausführlichen Bauzeichnungen beigegeben.

Im wirksamen Gegensatze zu dem gröfsten Teile der englischen Veröffentlichungen in ihrer Einseitigkeit gibt dieses Buch in der Tat eine sehr wohl abgewogene Darstellung des ganzen Lokomotivbaues und damit einen erschöpfenden Einblick in die Gewohnheiten und Bedürfnisse der verschiedenen Länder. Das Buch zeigt, dafs wir von der feststehenden Gestaltung einiger weniger Lokomotivformen für die verschiedenen Verkehrsarten weiter entfernt sind als je, dafs vielmehr fast jede Verwaltung ihre eigenen Bauformen schafft, auch da, wo gleiche Bedürfnisse mit denen anderer Verwaltungen vorliegen.

Um so reichhaltiger und bunter ist daher aber auch der Inhalt dieses Werkes, dessen Kenntnisnahme wir dringendst empfehlen können.

Locomotives of 1906 by Chas. S. Lake. P. Marshall & Co., London, 26—29 Poppin's court, fleet street, E. C. Preis 1 shilling.

Das Heft gibt in Lichtbildern und Beschreibung eine Übersicht über die 1906 bekannt gewordenen neuen Lokomotivbauten aller mafsgebenden Länder von der 1. A. 0 - bis zur 0. D. 0 — 0. D. 0 - Lokomotive der Erie-Bahn, der 1. C. 0 — 0. C. 1-Lokomotive der amerikanischen Grofsen Nordbahn und der 1. E. 0 - Lokomotive der österreichischen Staatsbahnen. Die knappe aber reichhaltige Übersicht erweckt den Eindruck, dafs die Lokomotive nach Vielgestaltigkeit und Leistung noch immer in sehr starkem Wachsen begriffen ist.

Diese Herstellung von Jahresübersichten der Neubauten mufs als ein sehr glücklich gewähltes Unternehmen bezeichnet werden, da es die Übersicht des Lokomotivbauers mit geringen Mitteln auf dem Laufenden erhält. Wir können die Einsichtnahme nur dringendst empfehlen.

Der Wegebau. In seinen Grundzügen dargestellt für Studierende und Praktiker von Dipl.-Ingenieur A. Birk, o. ö. Professor an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag. Zweiter Teil. Der Eisenbahnbau. Leipzig und Wien bei Franz Deuticke. Preis 7,50 M.

1904 erschien der erste Teil des Werkes, die spurlosen Wege, den Erd- und Strafsenbau behandelnd. Der dritte Teil soll die Linienführung und, wie wir hoffen, auch den Tunnelbau umfassen. Der vorliegende zweite Teil bringt eine gedrängte, aber doch umfassende Darstellung der Spurwege, des Eisenbahnbaues, auf 258 Seiten mit 176 Textabbildungen und 3 Tafeln.

Die Erörterung des Oberbaues mit 117 Seiten bildet mit den Gleisen in den Strafsen, 22 Seiten, den Hauptteil des Buches; der übrige Raum ist den Bahnhofsanlagen, 67 Seiten, und den Zahn-, Seil- und Schwebebahnen eingeräumt.

Besonders eingehend ist die Tagesfrage der Ausbildung des Schienenstofses behandelt. Auch die neuere Anwendung des Stuhlschienenoberbaues kommt zu ihrem Rechte. Hervorheben möchten wir die Klarheit der Textabbildungen und die Vollständigkeit des im Text gegebenen Quellennachweises, der ein weitergehendes Eindringen in den Gegenstand sehr erleichtert.

Wenn uns einige kleine Ausstellungen, vielleicht zur Berücksichtigung bei einer späteren Auflage gestattet sind, so würden wir bei den Bahnhofsanlagen ein Eingehen auf die Anordnung der Überholungsgleise und den Richtungsbetrieb für erwünscht halten. Auch würde auf S. 76 die Bemerkung über die Beschränkung der Verwendung der Haken-Unterlageplatten auf die Stofsschwellen und über die Lage des Hakens der Platte zur Schiene bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen einer Berichtigung bedürfen. Ob der Herr Verfasser die selbstauferlegte Beschränkung des Stoffes zweckmäfsig aufrecht erhalten wird und nicht lieber die jetzt fortgelassenen, mit dem Betriebe aufs engste verknüpften Anlagen: die Hochbauten, die Wasserstationen, die Signal- und Sicherungs-Anlagen in die Darstellung mit aufnimmt, erscheint uns der Erwägung wert.

Auch in dem vorliegenden Rahmen wird diese neue, auf eingehender Kenntnis der neuesten Forschungen beruhende Arbeit des den Lesern des „Organ“ wohlbekannten Verfassers den Kreisen, für die das Buch geschrieben ist, ein wertvolles Hülfsmittel sein, sich über den Eisenbahnbau in seiner gegenwärtigen Gestalt gründlich zu unterrichten.

W—e.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. | 5. Heft. 1907.

Die Reinigung der Personenwagen.

Von **Staby**, Direktionsrat in Ludwigshafen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXI.

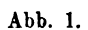
In neuerer Zeit sind zur Reinigung der Personenwagen mehrfach Verfahren angewendet worden, bei denen die Entfernung des Schmutzes und Staubes aus den Abteilen durch Prefs- und Saug-Luft bewirkt wird.

Derartige Anlagen sind ortsfest und beweglich ausgeführt, wobei zur Erzeugung der Prefs- oder Saug-Luft gewöhnlich Pumpen Verwendung fanden. Anlage- und Betriebs-Kosten solcher Anlagen sind aber nicht unbedeutend, weshalb sie sich meist nur in solchen Bahnhöfen lohnen, in denen eine gröfsere Anzahl von Personenzug-Ausrüstungen beheimatet ist und gereinigt werden mufs. In kleineren Bahnhöfen ist das Bedürfnis nach guter Reinigung der Wagen aber in ebenso hohem Mafse vorhanden. Ist dort in der Nähe der Aufstellungsgleise für Wagen Dampf verfügbar, so kann zur Erzeugung der Saugluft ein Dampfstrahlluftsauger verwendet und die Reinigungsanlage nach dem Vorbilde des Bahnhofes Saarbrücken einfach und billig hergestellt werden. Ist aber kein Dampf verfügbar, so läfst sich eine Anlage zur Absaugung der Luft auch an einer Lokomotive anbringen. Ein solcher Fall lag in Ludwigshafen vor.

Eine ältere Personenzug-Lokomotive, welche zum Verschieben und zum Vorheizen der Personenzüge und zu ähnlichen Arbeiten benutzt wird, ist in der aus Textabb. 1 und Abb. 1 bis 3, Taf. XXI ersichtlichen Weise ausgerüstet worden. An der Aufsenwand des Führerstandes ist ein kleiner Dampfstrahlluftsauger, Körting Nr. 3, wagerecht befestigt. Von der Mündung des Saugers führt eine Eisenleitung den Kessel entlang nach der Rauchkammer. An einen senkrechten Stutzen des Gebläses schliefst die Saugleitung an. Diese läuft erst senkrecht abwärts nach dem Tender hinüber, steigt dort auf und geht oben über dem Tender nach dem hintern Teile des Wasserkastens. Zwischen Lokomotive und Tender ist die Leitung durch Einschaltung eines Gummischlauches in ähnlicher Weise wie die Speisewasserleitung beweglich hergestellt.

Von dem hintern Teile des Tenderwasserkastens ist durch Einziehen einer Querwand a eine besondere Kammer von 800 mm Breite luft- und wasserdicht abgetrennt. Diese Kammer wird durch Einbauen zweier Bleche b in der Längsrichtung des Tenders in drei Teile, die Mittelkammer und zwei Seitenkammern, geschieden. Die Trennungsbleche b reichen nicht ganz bis zum Boden hinunter und sind in ihrem untern Teile mit vielen kleinen Löchern versehen. An beiden Aufsenwänden der Seitenkammern sind je drei Hähne zum Anschlusse der Schläuche, an den Böden zwei Ablafshähne vorhanden. An einer Aufsenwand sind noch ein Wasserstandszeiger d und ein Umlaufhahn e angebracht. Durch Öffnen des letztern werden die drei Kammern bis zur bestimmten Höhe mit Tenderwasser gefüllt. Das Saugrohr des Strahlgebläses ist oben an die Mittelkammer angeschlossen.

Soll nun eine Zugausrüstung gereinigt werden, so fährt die Lokomotive in einer Arbeitspause auf das Nebengleis, die Saugschläuche mit den bekannten Mundstücken werden angeschraubt, die zugehörigen


Abb. 1.



Hähne geöffnet, worauf sich die Arbeiter in die zu reinigenden Abteile begeben. Der Lokomotivführer setzt das Strahlgebläse in Tätigkeit und entlüftet damit die Mittelkammer. Der Wasserspiegel dieser Kammer steigt, der der beiden Seitenkammern aber fällt, bis die oberen Lochreihen der Trennungsbleche b frei werden. Die Luft aus den Seitenkammern kann nun durch die kleinen Löcher und durch die Wasserschicht nach der Mittelkammer abströmen. Die aus den Abteilen abgesaugten groben und schweren Unreinigkeiten fallen beim Eintritte in die Seitenkammern wegen der starken Vergröfserung des Querschnittes zu Boden und werden vom Wasser festgehalten, der feinere und leichtere Staub wird aber beim Durchgange des Luftstromes durch die Wasserschicht der Mittelkammer ausgewaschen. Die ausgewaschene Luft wird vom Strahlgebläse in die Rauchkammer geblasen. Das schmutzige Wasser wird aus den Hinterkammern nach Bedarf wöchentlich einigemale entleert und durch Öffnen des Umlaufhahnes aus dem Tenderwasser wieder ersetzt. Wenn mit drei Schläuchen zugleich gearbeitet wird, beträgt der Kohlenverbrauch der Lokomotive ungefähr 50 kg/St.

Die Kosten der Einrichtung haben ungefähr 800 M betragen. Sie lassen sich aber noch ermäfsigen, weil nach den bisherigen Erfahrungen die vom Tenderwasserkasten abgetrennten hinteren Kammern kleiner gewählt werden dürfen. Werden die Polsterabteile im Sommer etwa wöchentlich, im Winter halbmonatlich mit dieser Vorrichtung gereinigt, so ist Staubbildung in ihnen kaum bemerkbar.

Die Einrichtung ist seit über einem Jahre mit zufriedenstellendem Erfolge in Verwendung.

Die erste elektrisch betriebene Eisenbahn in Spanien.

Von **C. Guillery,** Königl. Baurat.

Von Spanien ist in unseren technischen Zeitschriften selten die Rede, und doch ist dieses Land für uns schon seit längerer Zeit in technischer und gewerblicher Hinsicht von Bedeutung geworden. Heifst es doch von Spanien, dafs es dasjenige Land sei, das auf den Kopf der Bevölkerung die meisten Watt besitze. Deutscher Unternehmungsgeist ist hier seit Jahren tätig, und zwar nicht lediglich in dem Gewerbegebiet an der Nordküste. Insbesondere haben deutsche elektrotechnische Werke in wichtigeren Städten, wie Madrid, Barcelona und Bilbao ständige Vertreter. Mehrere bedeutende Städte, so aufser den eben genannten noch Sevilla und Valencia haben elektrische Strafsenbahnen im Betrieb oder im Bau, die teils vom Pferdebetriebe zum elektrischen übergegangen, teils ganz neu hergestellt sind. Eine Eisenbahn im eigentlichen Sinne des Wortes mit elektrischem Betriebe hat indes bis vor kurzem noch gefehlt. Jüngst ist nun ein solcher Betrieb eingeführt worden.

Die betreffende Eisenbahnstrecke ist nur kurz, indes dürfte das Ereignis der Einrichtung der ersten Eisenbahn mit besonderem Bahnkörper für elektrischen Betrieb doch von vorbildlicher Bedeutung für die Weiterentwicklung solcher Anlagen im Lande sein und eine kurze Besprechung verdienen. Es handelt sich um die 4,3 km lange Eisenbahn vom Bahnhofe am katalonischen Platze in Barcelona nach dem Vororte Sarriá, deren Verlängerung über Sarriá hinaus bis zu dem Fufse des nahen Vallvidrera-Berges und mittels Drahtseilbahn nach dem Dorfe gleichen Namens auf der Höhe schon in die Wege geleitet ist. Einen Anhalt zur Erörterung der Angelegenheit bietet eine Veröffentlichung in der von dem Korps der spanischen Ingenieure für Strafsen, Kanäle und Häfen herausgegebenen Revista de obras publicas Nr. 1603 vom 14. 6. 06.

Die Strecke Barcelona—Sarriá wird von einer besondern Gesellschaft betrieben. Die Bauerlaubnis zu der mit Dampflokomotiven betriebenen Eisenbahn ist vor 50 Jahren erteilt. Damals stand noch die alte, die aufblühende Handels- und Hafenstadt einengende Festungsmauer, eine unliebsame Erinnerung an die Bourbonenzeit. Kurz vor der Fertigstellung der Eisenbahn im Jahre 1860 ist endlich mit dem Abbruche der viel umstrittenen Festungsmauer begonnen. Seitdem hat sich Barcelona stark ausgedehnt und ist mit den blühenden Gärten der höher liegenden Vororte fast zusammengewachsen. Die Häuser rückten immer weiter der Eisenbahnstrecke entlang vor und der Betrieb mit Dampflokomotiven wurde lästig für die Anwohner. Dazu entwickelte sich der Verkehr so lebhaft, dafs die Dampfbahn die Fahrgäste kaum mehr fassen konnte. Im Oktober 1903 verkehrten täglich an Wochentagen in jeder Fahrrichtung 59 Züge von 5,30 morgens bis 1 nachts in Abständen von 15 bis 30 Minuten. An Sonn- und Feiertagen und den für den Verkehr gleichwertigen Tagen fuhr innerhalb der angegebenen Zeit alle 15 Minuten ein Zug, also 78 bis 79 Züge in jeder Fahrrichtung.

Da die Züge nun zum gröfsten Teile durch bebaute Stadtteile fuhren und weil der elektrische Betrieb unter den angegebenen Umständen wirtschaftlich vertretbar erschien, ist man zu diesem übergegangen. Auch ist schon Wettbewerb mit einer elektrischen Strafsenbahn vorhanden. Gleichzeitig wurden dann auch die altertümlichen, dunkeln, an die ersten Zeiten der Eisenbahnen erinnernden Wagen durch zeitgemäfsere ersetzt.

Der Umbau der vollständig zweigleisigen Strecke ist mit viel Nachtarbeit ohne Betriebstörung erfolgt. Erschwerend wirkte dabei, dafs gleichzeitig die Spurweite von der spanischen Regelspur von 1,67 m auf 1,435 m herabgesetzt wurde*). Die letztere Spurweite ist die der meisten Strafsenbahnen in Barcelona. Daher konnte die Strecke vom Beginn bis zur Beendigung der Arbeiten nur eingleisig betrieben werden, und die Errichtung von Notgleisen zur Ermöglichung der Kreuzung der Züge wurde nötig.

*) Auch auf einer wichtigen Hauptbahnlinie wird mit der Einführung der Spurweite von 1,435 m vorgegangen durch den Bau einer neuen Linie Madrid—Burgos—Bilbao—französische Grenze mit dieser Spurweite. Nach Fertigstellung dieser Linie werden zum ersten Male Wagen aus anderen Ländern die spanische Grenze überschreiten und bis nach Madrid laufen können. (Railroad Gazette vom 20. April 1906, S. 409).



Es scheint überhaupt nicht in Betracht gekommen zu sein, einen Betrieb mit selbstbeweglichen Triebwagen einzurichten. Der elektrische Betrieb mit Oberleitung längs der Strecke, der ja auch bei einem solchen strafsenbahnartigen lebhaften Vorortverkehre ohne weiteres viel für sich hat, hat sich bisher für die Strecke durchaus bewährt. Die Fahrzeit ist wegen des schnelleren Anfahrens und der Abkürzung der Aufenthalte an den Haltestellen gegen früher kürzer geworden. Die Fahrgeschwindigkeit auf freier Strecke ist indes die alte geblieben, da diese auf Grund der vorhandenen alten bahnpolizeilichen Bestimmungen nicht erhöht werden darf.

Der elektrische Strom wird von dem Elektrizitätswerke Zentral-Catalana entnommen, das in 1200 m Entfernung von dem Bahnhofe in Barcelona liegt. Die Fahrdrähte sind durchweg an zweiarmigen, mitten zwischen den beiden Gleisen stehenden Masten aus Mannesmannröhren befestigt. Nur stellenweise war die Aufstellung der Masten an den Aufsenseiten der Gleise erforderlich, dann erfolgte die Aufhängung der Fahrdrähte an quer gespannten Drähten. Die Fahrdrähte bestehen aus elektrolytischem Kupfer und haben 9,25 mm Durchmesser, 67 qmm Querschnitt. In einem Tunnel und an mehreren Wegunterführungen sind die Fahrdrähte durch ein hölzernes Gehäuse hindurchgelegt, das an der Decke des Gewölbes befestigt ist und an dessen Boden die Drähte stromdicht angebracht sind, um Kurzschlufs bei etwaigem Bruche eines Fahrdrahtes zu verhüten. Durch Öffnungen der Ausleger der Leitungsmaste sind Fernsprechleitungen zur Verständigung der Haltestellen geführt, über den Fahrdrähten sind Schutzdrähte mit Erdableitung für den Fall des Bruches eines Fernsprechdrahtes angebracht. Die Rückleitung des Stromes erfolgt durch die Schienen, deren Enden hierzu zwischen Laschen und Schienen Verbindungen durch zwei Kupferdrähte von 50 qmm Querschnitt haben, deren Enden mit den Schienen verlötet sind.

Der ganz neu beschaffte Oberbau besteht aus Breitfufs-Stahlschienen von 30 kg/m Gewicht und 15 m Länge auf mit Teeröl getränkten Querschwellen aus Kiefernholz von 2,40 m Länge, 22 $\times$ 13 cm Querschnitt und 95 cm Teilung, 45 cm Teilung der Stofsschwellen. An allen Haltestellen sind Weichenverbindungen eingelegt, um den Betrieb streckenweise eingleisig führen zu können. Der Bahnkörper selbst ist unverändert geblieben, bis auf eine geringe Senkung der Oberkante auf eine Länge von etwa 500 m, um die Bebauung der anliegenden Grundstücke zu erleichtern.

In der Stromerzeugungs-Anlage ist für den Betrieb der Bahn eine Aufspannergruppe aufgestellt, deren Triebmaschine von 300 P.S. mit Strom der Spannung von 3C0 Volt gespeist wird. Der zugehörige Stromerzeuger liefert Strom bis zu 364 Amp, bei einer Spannung von 550 bis 600 Volt. Zwischen Barcelona und Sarriá sind drei Speisekabel von je 200 qmm Querschnitt und zwei Zuführungsdrähte angeordnet, letztere von dem Querschnitte der Fahrdrähte. Nach Sarriá, das nach der Ausführung der geplanten Verlängerung ungefähr in der Mitte der ganzen Strecke liegen wird, geht ein Speisekabel von 400 qmm Querschnitt, das in Verbindung steht mit einem in der Kraftanlage angeordneten Aufspanner, der zum Ausgleiche der Verluste bei starkem Betriebe eine um 90 Volt höhere Spannung erzeugt. Dieses Kabel hat eine Blei- und zwei Eisenhüllen. Der Widerstand des Abschlusses der Kabelseele gegen die Erde beträgt mindestens 1000 Megohm.

Die Wagen sind alle zweiachsig. Die Triebwagen sind geschlossen gebaut und haben nur zwei Klassen, entweder I. und II. oder II. und III. Klasse. Die Triebwagen haben an jedem Ende eine 1,6 m lange Endbühne und sind zwischen den Stofsflächen der Buffer 9,834 m lang. Die Höhe der Decke des Lüftungsaufbaues über den Schienen beträgt 3,36 m, die innere Breite der Wagen 2,29 m. Das Abteil der II. Klasse hat 12 Sitzplätze und 10 Stehplätze auf der zugehörigen Endbühne, das Abteil III. Klasse 14 Sitzplätze und 14 Stehplätze auf der Endbühne. Das Leergewicht des Triebwagens beträgt etwa 12500 kg, das Gewicht des vollbesetzten Wagens etwa 16000 kg. Jeder Triebwagen hat eine Handbremse, eine Westinghouse-Luftdruckbremse und eine elektrische Bremse, mit Hülfe deren der Wagen auch bei der Talfahrt im Notfalle jederzeit auf 10 bis 12 m Entfernung angehalten werden kann. Ferner sind Sandstreuer, Notsignale und starke Signallaternen vorhanden, die mit Petroleum gespeist werden, zur Sicherung der Beleuchtung bei etwaigem Versagen des elektrischen Stromes. Die Beleuchtung des Innern der Triebwagen und der Endbühnen erfolgt durch elektrische Glühlampen von je 16 N.-K. Notbeleuchtung ist vorhanden. Jede der beiden Achsen eines Triebwagens trägt eine Triebmaschine von 55 P.S., so dafs auch auf der stärksten Steigung von 25 $^0/_{00}$ noch 2 Anhängewagen mit einer Fahrgeschwindigkeit von 25 km/St. befördert werden können. Mehr Anhängewagen werden nicht mitgenommen, bei Bedarf werden Züge zwischen die fahrplanmäfsigen eingeschoben. Ob der Fahrplan an sich gegen früher geändert worden ist, wird nicht angegeben. Die Triebmaschinen vertragen vorübergehend eine erhebliche Überanstrengung ohne schädliche Erwärmung, sie sind nach aufsen staub- und wasserdicht eingekapselt, von innen durch Luken im Wagenfufsboden zugänglich. Die Verzahnungen laufen in festem Fette, die Triebmaschinen sind so aufgehängt, dafs nur ein kleiner Teil ihres Gewichtes auf den Achsen ruht, um Schienen und Radreifen zu schonen und ruhigeres Fahren über die Schienenstöfse zu erzielen.

Aufser den Triebmaschinen hat jeder Triebwagen zwei Anlasser, Ausschalter, Blitzableiter, Bleisicherungen und Lichtkuppelungen für die elektrische Beleuchtung der Anhängewagen, schliefslich den in der Gleisachse liegenden Stromabnehmer.

Die Anhängewagen verschiedener Bauart sind offen oder geschlossen, je nach der Jahreszeit und enthalten nur die III. Klasse. Sie haben querstehende, je zweisitzige Bänke mit Mittelgang, an den Enden nur je einen Sitzplatz auf jeder Seite, um breite Türen zu erhalten. An jedem Wagenende befindet sich eine Endbühne von 1,250 m Länge, die Länge des ganzen Wagens beträgt 8,704 m zwischen den Stofsflächen der Buffer, die innere Breite 2,260 m und die ganze Höhe über den Schienen 3,060 m. Das Leergewicht eines Anhängewagens beträgt etwa 5 t, das Gewicht eines vollbesetzten Anhängewagens etwa 8 t, bei 24 Sitzplätzen im Wagen und 10 Stehplätzen auf jeder Endbühne. Zur Beleuchtung der Anhängewagen dienen fünf elektrische Glühlampen von je 16 N.-K.

Jeder Anhängewagen hat eine Handbremse und eine Westinghouse-Luftdruckbremse, die vom Triebwagen aus bedient wird.

Güterverkehr hat die Bahn nicht. Die Gesellschaft besitzt deshalb nur einige Niederbordwagen von 10 t zur Beförderung von Bauteilen und für die Arbeiten auf der Strecke.

Die Bahn liegt, trotzdem ihre Linie einen grofsen Bogen über den Vorort Gracia macht, durchweg in erheblichen Steigungen, da die Küste, wie fast überall in Spanien ziemlich steil zum Meere abfällt. Auf der stärksten Steigung von $25\,^0/_{00}$ soll der Zug mit einer Geschwindigkeit von 25 km/St. fahren. Als Widerstand werden für den Triebwagen bei dieser Geschwindigkeit auf der Wagerechten 6 kg/t, für den Anhängewagen 4 kg/t gerechnet. Auf der stärksten Steigung kommen 25 kg/t hinzu. Der ganze Zugwiderstand beträgt also bei einer Fahrt mit zwei Anhängewagen: $16.6 + 2.8.4 + 32.25 = 960$ kg. Die zur Fortbewegung eines Zuges zu leistende Arbeit beläuft sich demnach auf: $6{,}94 . 960 = 6662$ mkg/Sek. oder auf $\frac{6662}{75} = 88{,}8$ P.S., und die erforderliche Leistung einer Triebmaschine beträgt: $\frac{88{,}8}{2} = 44{,}4$ P.S., die Triebmaschinen können bis zu 55 P.S. dauernd leisten, sind also reichlich stark bemessen, um die pünktliche Beförderung der Züge auch bei ungünstigen Verhältnissen sicherzustellen.

In den Einrichtungen der Bahnhöfe und der Haltestellen sind wenig Änderungen vorgenommen worden. Hauptsächlich sind Weichenverbindungen zur Beschleunigung des Verschiebens der gegen früher viel kürzer gewordenen Züge eingelegt. Auf dem Bahnhofe in Barcelona ist ferner ein Häuschen errichtet, welches die Schalttafel mit den Mefs- und Sicherungs-Vorrichtungen enthält. Der eine der beiden äufseren Bahnsteige dient jetzt dort für die Ankunft, der andere für die Abfahrt, der zwischen den beiden Gleisen liegende Bahnsteig dient für beides je nach Bedarf.

In Sarriá ist der Wagenschuppen so erweitert worden, dafs er auf vier Gleisen Unterkunft für 60 Wagen bietet. Drehscheiben und Schiebebühnen sind ganz vermieden, der Anschlufs an die Hauptgleise ist ganz durch Weichen hergestellt. Am Eingange des Wagenschuppens ist eine quer über dessen ganze Breite laufende Arbeitsgrube für die Untersuchung der Wagen angeordnet. Die Ausbesserungswerkstätte, die Schmiede, die Holzbearbeitung und die Anstreicher-Werkstätte sind vollständig neu gebaut und den veränderten Anforderungen entsprechend eingerichtet. Eine elektrische Triebmaschine von 15 P.S. dient zum Antriebe der verschiedenen Werkzeugmaschinen.

Zwischen den Haltestellen San Gervasio und Bonanova ist die Errichtung einer neuen Haltestelle mit Bahnsteigen zu beiden Seiten der an dieser Stelle tief eingeschnittenen Strecke beabsichtigt. Die Zahl der Haltestellen zwischen Barcelona und Sarriá wird sich nach Ausführung dieses Planes, abgesehen von den beiden Endbahnhöfen auf fünf belaufen, der durchschnittliche Stationsabstand beträgt dann $4300 : 6 = 717$ m.

Dampfkesselanlage der Eisenbahn-Hauptwerkstatt Cottbus.

Von **W. Reck**, Geheimem Baurate zu Halle a. S.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 10 auf Tafel XXII.

Als sich vor einigen Jahren die aus zwei Röhrenkesseln mit Steinkohlenfeuerung bestehende Kesselanlage der Hauptwerkstatt Cottbus ersatzbedürftig zeigte, wurde die Erneuerung der Anlage mit Rücksicht auf die in fast unmittelbarer Nähe vorhandenen Braunkohlenlager für die Verwendung von Braunkohlen geplant.

Da fast gleichzeitig eine erhebliche Erweiterung der Werkstätte zur Ausführung gelangte, und die neuen Räume mit Dampf geheizt werden sollten, mufste die neue Kesselanlage bedeutend gröfser werden als die alte.

Deshalb wurden vier Cornwall-Zweiflammrohr-Kessel von je 100 qm Heizfläche mit 10 at Überdruck vorgesehen, während das Kesselhaus noch für einen fünften Kessel Raum bietet.

Als Feuerung kommen »rauchverzehrende Doppel-Regler-Schüttrostfeuerungen« von Topf in Erfurt zur Anwendung. Eigenartig ist nun die Beschickung der Roste auf mechanischem Wege und zwar mittels einer Förderkette nach Bousse, gebaut von Schenck in Darmstadt.

Die Kohle wird hierbei durch Talbot'sche Selbstentlader einer trichterartigen Grube zugeführt, in das sie durch ihr Eigengewicht auf schiefer Ebene rutschend in die einzelnen Ketten-Gefäfse vollkommen stofsfrei abgegeben wird. Die Ketten-Gefäfse schaffen die Kohlen dann unter elektrischem Antriebe hoch und entleeren sich an beliebiger Stelle, da die Kippvorrichtung verschiebbar ist, über dem besondern Kohlenbehälter.

Die stündliche Leistung beträgt 10,8 t, sie kann aber bis auf 16 t gesteigert werden. Die Arbeit, welche die Kette verbraucht, beträgt nur $25\,^0/_0$ der für gewöhnliche Leistung mit Förderband erforderlichen. Das Hinaufschaffen der Kohlen in den vor, und der Höhe nach über den Kesseln befindlichen Behälter kostet im ganzen 11 Pf./t, während die Einrichtung für Kohlen und Aschebeförderung 9200 M gekostet hat.

Weiter sei noch bemerkt, dafs die Kessel mit Überhitzern nach Meltzer, Halle, ausgerüstet sind, sodafs für die mit Niederschlag arbeitende Dampfmaschine von 100 P.S. sowohl, als auch im Winter zur Heizung der Werkstatträume überhitzter Dampf zur Verfügung steht und hierdurch eine weitere Ersparnis erreicht wird.

Zum Sparen von Wasser ist endlich noch eine Rückkühlanlage ausgeführt.

Gleisfahrrad.*)

Von A. Honemann, Regierungsbaumeister zu Danzig-Langfuhr.

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 11 auf Tafel XXIII.

Ein unentbehrliches Stück einer Vorrichtung für die Führung der gewöhnlichen Zweiräder auf den Schienen der Eisenbahngleise ist ein Ausleger, welcher ein Umschlagen des an eine schmale Fahrbahn von der Breite eines Schienenkopfes gebundenen Fahrrades verhindert. Aufserdem mufs die Vorrichtung das Fahrrad von den Spurerweiterungen des Gleises unabhängig machen, da die schmalen Reifen sonst leicht von den Schienen abrutschen können. Die gröfste Schwierigkeit jedoch bieten die Weichen mit den Schienenunterbrechungen an den Herzstücken. Ist auch diese Schwierigkeit überwunden, so mufs noch die Bedingung gestellt werden, dafs die Vorrichtung leicht an Gewicht und schnell anzubringen wie abzunehmen sein mufs. Die Zahl der auf solche Vorrichtungen erteilten Patente**) beweist ihre Wichtigkeit.

Neuerdings wird nun von Herrn Ingenieur O. Grasshoff, Danzig, eine durch deutsches Reichspatent geschützte Vorrichtung angeboten, welche anscheinend allen Anforderungen gerecht wird. Im Bezirke der Eisenbahn-Direktion Danzig wurden durch den Verfasser Versuchsfahrten mit einem Modelle unternommen, welche die Richtigkeit der dem Patente zu Grunde liegenden Gedanken bestätigen und mit vorzüglichem Ergebnisse abschlossen.

Die Versuchsfahrten hatten zur Folge, dafs an dem genau der zum Patente angemeldeten Vorrichtung gleichenden Ausführung einige Änderungen vorgenommen wurden, welche den Grundgedanken nicht änderten, jedoch eine wesentliche Vereinfachung bedeuten.

Abb. 6, Taf. XXIII zeigt die Vorrichtung. Das Lenkrad a wird mittels der Gabel f durch das Führungsrad b, das in die gestrichelte Lage geschlagen werden kann, beweglich geführt; das Rad b hat einen innern Spurkranz h und einen äufsern i, welcher kegelförmig gestaltet ist, um das Aufsteigen des Rades b auf Flügelschienen zu erleichtern und das Festklemmen zwischen einer anliegenden Weichenzunge und einer Backenschiene zu verhindern. Beide Kränze sind gegeneinander verschiebbar. Die Beweglichkeit der Gabel f wird bei der Gleisfahrt durch zwei Gabelarme c und d und den Anschlag e begrenzt. Sobald die Unterstützung des Rades b über einer Schienenlücke aufhört, legt sich der Arm c gegen den auf der Gabel g verschiebbaren Anschlag e und verhütet damit das Hinabfallen des Rades b. Der Arm d hat von dem Anschlage e einen solchen Abstand, dafs das Aufsteigen des Rades b mit dem Kranze i möglich ist; fällt jedoch die Unterstützung des Rades a in einer Schienenlücke fort, so sinkt das Rad a etwa um die Höhe des Kranzes i. Alsdann legt sich der Arm d gegen den Anschlag e und verhindert damit das weitere Hinabfallen des Rades a (Textabb. 1).

Abb. 1.



Abb. 2.



Das Hinterrad l (Abb. 6, Taf. XXIII) wird gegen Entgleisen durch zwei Räder p_1 und p_2, von denen p_2 keine Spurkränze hat, p_1 ganz wie b ausgebildet ist, gesichert. Mit Rücksicht auf die grofse Last ist der Arm d durch eine Spannvorrichtung ersetzt. Diese besteht aus einem Gestänge m auf beiden Seiten des Rades l, welches die Führungsräder p_1 und p_2 verbindet und in das eine Feder r eingeschaltet ist. Die Feder r ist zwischen der auf der Stange m beweglichen Scheibe n und der mit dem Gehäuse der Feder r fest verbundenen Scheibe o gelagert, und gestattet dem Rade p_1 mit seinem Kranze i_1 aufzusteigen. Befindet sich das Rad l über einer Schienenlücke, so wird die Feder r zusammengedrückt, bis sich die Scheibe n gegen die Scheibe o legt. Alsdann bildet die Stange m mit den Gabeln f_2 und f_3 ein steifes Dreieck, welches weiteres Senken des Rades l verhindert (Textabb. 2, wo die Scheibe o durch kleine Splinte ersetzt ist). Die Spannvorrichtung ist mit Hülfe der Zahnlücke q und der Schraubenmutter t verstellbar. Die Verlängerungen c_2 und c_3 der Gabeln f_2 und f_3 erweitern ihren Zwischenraum nach oben, wodurch die Verstellbarkeit wie am Rade a gewahrt bleibt.

Das Umschlagen des Fahrrades wird in bekannter Weise durch einen Ausleger verhindert, der einfach ausgebildet ist. Der Kranz des Auslegerrades liegt nicht an der Schiene, sodafs der Reibungswiderstand des Rades sehr gering wird. Der Kranz wurde nur zur Sicherheit beim Reifsen eines der Drahtseile zwischen Auslegerrad und Rahmen des Fahrrades oder dem Führungsrade p_1 angebracht. In diese beiden

**) Amerikanisches Patent 615 237, 1898.
" " 551 834, 1895.
" " 542 254, 1895.
" " 608 071, 1898.
" " 499 581, 1893.
" " 606 073, 1898.
" " 545 474, 1895.
" " 464 357, 1891.
Deutsches " 111 560, Rolle 1900, Kl. 20c.
Britisches " 24 735, 1896.

*) D.R.P. 182 539.

Drahtseile sind Spannschlösser eingeschaltet, mit denen dem Rade eine geringe Neigung nach der Gleismitte erteilt werden kann. (Textabb. 3.)

Abb. 3.



Nachdem die Führungsräder und die Ausleger in Abb. 6, Taf. XXIII gestrichelt angegebene Lage gebracht sind, steht der Verwendung des Fahrrades auf der Strafse nichts entgegen. (Textabb. 4.)

Abb. 4.



Tatsächlich treten gegenüber der Erläuterung des Grundgedankens einige bedeutende Vereinfachungen ein. Durch Versuche ist festgestellt, dafs die Verschiebbarkeit der Spurkränze an den Führungsrädern im allgemeinen entbehrt werden kann. Es ist möglich, mit den doppelflanschigen Führungsrädern, welche auf Schienen von 72 mm Kopfbreite eingestellt sind, ohne weiteres auf Schienen mit 58 mm Kopfbreite überzugehen. Weiter können die Zahnlücken q entbehrt werden und ein feines Einstellen der Anschläge e ist nicht erforderlich, die Einstellung auf eine feste, der gewöhnlichen Spannung des Gummireifens entsprechende Marke genügt.

Dieselbe Vorrichtung läfst sich mit geringen Abweichungen nach Abb. 7 und 8, Taf. XXIII auch an gewöhnlichen Strafsentriebwagen anbringen. Da jede Achse auf zwei Schienen geführt wird und bei der Breite der Radreifen auf die Spurerweiterungen keine Rücksicht genommen zu werden braucht, können die äufseren Kränze i der Führungsräder fortfallen. Bei der einseitigen Führung einer Achse fällt dann auch der Arm c fort, während sich der mit dem Führungsgestelle f_1 der Führungsrädchen b_1 ein festes Ganzes bildende Arm d_1 mit Druck aber federnd gegen den Anschlag e_1 legt, um das Aufsteigen des Räderpaares b_1 zu erschweren, ohne jedoch das Federn der Luftreifen zu verhindern.

Die doppelte Führung der schwer belasteten Achsen geschieht mittels der hochzuschlagenden Führungsgestelle f_5 und f_6 und der dazugehörigen Räderpaare p_3 und p_4. Zur Einstellung dienen die Kurbeln u.

Das Gewicht des Fahrrades wird durch die neue Vorrichtung um etwa 8 kg erhöht.

Vorderrad (Abb. 9, Taf. XXIII)

$$2 \cdot 150 + 2 \cdot 450 + 600 = 1800 \text{ gr},$$

Hinterrad (Abb. 10, Taf. XXIII)

$$2 \cdot 150 + 2 \cdot 700 + 600 + 2 \cdot 580 + 450 = 3910 \text{ gr},$$

Ausleger (Abb. 11, Taf. XXIII)

$$300 + 1070 + 530 = 1900 \text{ gr},$$

im ganzen $1800 + 3910 + 1900 = 7610$ gr.

Die Vorteile gegenüber den bisherigen Gleisfahrrädern sind bedeutend.

Das neue Gleisfahrrad ist so leicht, dafs es von dem Fahrer allein an jeder beliebigen Stelle der Strecke aus dem Gleise gehoben werden kann. Es ist daher auch mit Sicherheit zu erwarten, dafs trotz erhöhter Benutzung des Gleisfahrrades die dadurch verursachten Beförderungs-Gefährdungen seltener sein werden. Das neue Fahrrad ist ebenso bequem zu verschicken, wie jedes Strafsenfahrrad. Es fährt ebenso sicher, wie die bisherigen Gleisfahrräder, dabei leichter, rascher und angenehmer, da man, wie beim Gebrauche des Rades auf der Strafse, nur auf dem Luftreifen fährt. Es ist dabei billiger als alle anderen Gleisfahrräder. Da nämlich die meisten Bahnmeister und auch die Arbeiter im Besitze eines Strafsenfahrrades sind, sind nur noch die Kosten für die Ergänzungsvorrichtung aufzubringen.

Die Möglichkeit, mit dem so hergestellten Fahrrade auch die Landstrafse benutzen zu können, ist besonders für die Bereisung von Neubaustrecken, sowie bei Unfällen und Zerstörung des Bahnkörpers von grofsem Werte, da die Strecken, welche das Fahren auf dem Gleise nicht gestatten, auf dem Bahnkörper oder auf der nächsten Landstrafse zurückgelegt werden können. Den weit von ihrer auf regelrechten Wegen nicht zugänglichen Arbeitstelle wohnenden Streckenarbeitern ist es mit diesem Fahrrade leicht möglich, ihre Arbeitstelle auf dem Gleise rasch zu erreichen.

Dieselben Vorteile hat ein mit obiger Vorrichtung ausgerüsteter Triebwagen gegenüber den bisher benutzten Kraftdräsinen*). Da diese nur für gröfsere Reisen in Betracht kommen, fallen die erreichten Vorteile, welche besonders in der gröfsern Bewegungsfreiheit und der ruhigern Fahrt bestehen, noch mehr ins Gewicht, als beim Fahrrade. Die jetzt bei der Eisenbahn benutzten Kraftdräsinen sind zu schwer und ihre Maschinen arbeiten nicht zuverlässig. Zum Aussetzen

*) Organ 1906, S. 35.

an Wegübergängen sind mindestens vier Mann erforderlich, da die Spurkränze und damit das ganze Gewicht der Dräsine über die Schienenköpfe hinweggehoben werden mufs; bei der neuen Vorrichtung genügt dazu ein Mann, denn dieser hat nur die Stange m (Abb. 7, Taf. XXIII) auszuhaken und die Führungsgestelle hochzuschlagen, worauf der Wagen von dem Gleise abfahren kann. Zum Ein- und Aushaken der Stange m ist eine Bedienung der Kurbel u nicht erforderlich, die Feder r ist nur mit Hülfe der Stange m etwas anzuspannen. Die Kurbel u dient nur zum erstmaligen Einstellen der Vorrichtung auf Höhenlage der Wagenradachsen.

Da der Bau der Strafsen-Triebwagen bereits eine hohe Stufe der Entwicklung erreicht hat, ist durch oben beschriebene Vorrichtung ein Mittel gegeben, sich eine gut und zuverlässig arbeitende Kraftdräsine zu verschaffen. Da diese Wagen auch auf dem Gleise auf Luftreifen und nicht wie die bisherigen Dräsinen auf dünnen, in die Radkränze eingelassenen Gummiplatten laufen, wird sich die Maschine weniger abnutzen und seltener versagen, und die Fahrt ist sanft und stofsfrei.

Die Abnutzung der Gummireifen wird sowohl bei den Triebwagen, als auch bei dem Fahrrade sehr gering sein, da die Oberfläche der Schienen keine scharfen Grate aufweist und auch fast vollständig frei von Öl ist. Für die Heeresverwaltung liegt ein grofser Vorteil in der Vergröfserung der Beweglichkeit und Verwendbarkeit der Strafsenfahrräder und Triebwagen.

Gerade und gekrümmte Weichenstrafsen mit Weichen 1:11.

Von **A. Lambert**, Ingenieur zu Saratow.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XXIV und Abb. 1 bis 10 auf Tafel XXV.

Vor mehr als vier Jahren wurden die deutschen Veröffentlichungen über die Ausbildung der Gleise in den Bahnhöfen durch das Buch von F. Ziegler*) bereichert. Bei dem erstmaligen Lesen der Bezeichnung »einheitliche Ausgestaltung« wird wohl jeder an einen weitern Ausbau der bereits überall bestehenden geraden Weichenstrafsen gedacht haben, doch das Lesen des Ziegler'schen Buches belehrt uns eines andern. Ein wunder Punkt in der Ausgestaltung jedes gröfsern Bahnhofes wird in ihm berührt: die zweckmäfsige Zusammenstellung von einzelnen Gleisen zu mehr oder weniger gröfsern Gleisgruppen, die in den meisten Fällen die nach beiden Seiten hin gleichmäfsig ausgebildeten abfallenden geraden Weichenstrafsen aufweisen und so den Bahnhöfen recht bedeutende Längen geben. Von der richtigen Anschauung ausgehend, dafs sich die Kosten für Anlage, Unterhaltung und Betrieb mit der Länge der Bahnhöfe und der einzelnen Gleise erhöhen, und dafs gleichzeitig die Betriebsgefahren wachsen, suchte Ziegler die Länge der Gleisgruppen dadurch zu verkürzen, dafs er an Stelle der geraden Weichenstrafsen gekrümmte einführte. Der Gedanke erwies sich als glücklich und in der Verwendung ergab sich eine Reihe von Weichenstrafsen, die gegenüber den geraden einen Fortschritt bedeuten.

Im nachfolgenden will ich nun eine Betrachtung der gekrümmten Weichenstrafsen von verschiedenen Gesichtspunkten aus auch zahlenmäfsig anstellen, die Erwägungen zugleich auf die geraden Weichenstrafsen beziehen und die Ergebnisse zusammenstellen, um so ein Urteil über die verschiedenen Möglichkeiten zu gewinnen. Die eingehende Behandlung des Gegenstandes scheint mir umsomehr geboten, als sich in den in **Rufsland verbreiteten** Zeitschriften nur der kurze Hinweis des Ingenieur **F. Galizinsky auf Zieglers** Arbeit in der Zeitschrift der »Wegekommunikationen« im Jahrgange 1903 findet.

Den folgenden Untersuchungen ist die in Rufsland meist verwendete Schiene von 30,2 kg/m Gewicht und die Weiche 1:11 zu Grunde gelegt, da diese wegen des sanfteren Befahrens die steileren Weichen in Rufsland überwiegt. Von dieser Weiche sind zwei Arten vorhanden, eine mit gerader, eine mit krummer Zunge; letztere ist hier vorausgesetzt, da sie im Begriffe ist, erstere zu verdrängen.

*) Systematische Anleitung zur einheitlichen Ausgestaltung von Weichenstrafsen von F. Ziegler.

Die Hauptabmessungen der Weiche sind (Textabb. 1 und 2):

Neigungswinkel des Herzstückes	$\alpha = 5^0\,11'\,40''$
Halbmesser des Bogengleises	$R = 280\ ^m$
Länge der Geraden vor dem Herzstücke .	$e = 4{,}31\ ^m$
Ganze Länge der Weiche zwischen Zungenanfang und Ende des Herzstückes . .	$L = 28{,}16\ ^m$.

Abb. 1.*)

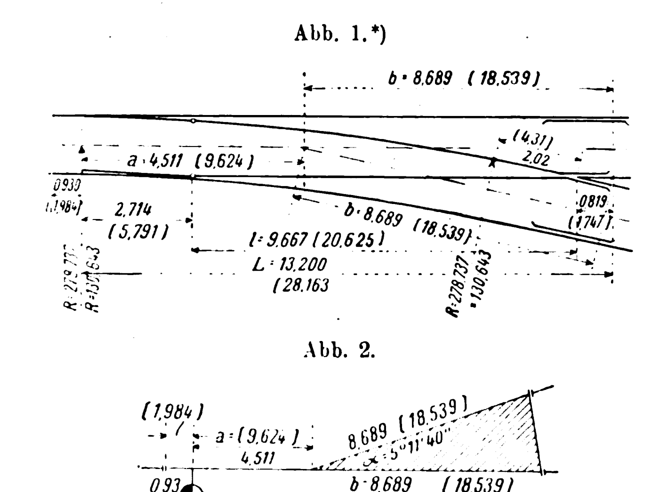


Abb. 2.

Schematisch stellt sich die oben vorgeführte Weiche folgenderweise dar.

Den folgenden Vergleichs-Untersuchungen soll einheitlich eine Gruppe von 11 Gleisen zu Grunde gelegt werden.

A. Gruppe von 11 Gleisen mit gerader Weichenstrafse.
(Abb. 1 bis 4, Taf. XXIV.)

Von Abb. 1 bis 4, Taf. XXIV sind vier Anordnungen der Gruppe mit geraden Weichenstrafsen möglich, die in zwei Arten zerfallen.

*) Die eingeschriebenen Mafse sind russische Faden, die mit dem 25 cm langen Rechenschieber ermittelten Metermafse sind eingeklammert.



a) Sollen alle Gleise der Gruppe dieselbe Nutzlänge haben, so ist an einem Ende eine Weichenstrafse anzunehmen, während an dem andern alle Gleise an eines der Hauptrichtung anschliefsen. In Abb. 1 und 2, Taf. XXIV haben alle Gleise die Nutzlänge von rund 534 m.

b) Bei Anordnung zweier schräger Weichenstrafsen (Abb. 3 und 4, Taf. XXIV) können nur zwei Gleise die Mindestlänge von 534 m erhalten, alle andern werden länger.

Jede der beiden Arten kann in zwei Unterabteilungen zerlegt werden, je nachdem die Gruppe mit der »gewöhnlichen«, oder der »verkürzten« Weichenstrafse gebildet wird. Die gewöhnliche Weichenstrafse liegt auf ihrer ganzen Länge im Winkel der Weiche zu dem Gleise, aus dem sie abzweigt, alle Gleise der Gruppe stofsen geradlinig mit dem Weichenwinkel auf die Weichenstrafse (Abb. 2 und 4, Taf. XXIV).

»Verkürzte« Weichenstrafsen entstehen, wenn man in die Strafse hinter ihre Abzweigweiche einen Bogen einlegt, sodafs sie mit dem Winkel $\beta > \alpha$ auf das Ausgangsgleis trifft. Derselbe Bogen ist dann hinter der Weiche jedes Gleises der Gruppe zu wiederholen, die Gruppengleise schneiden also auch unter dem vergröfserten Winkel β in die Weichenstrafse. In der linken Strafse (Abb. 1 und 3, Taf. XXIV) ist $\beta = 7^0 7' 30'$, entsprechend der Neigung 1 : 8 der Weichenstrafse.

Bei der zweiten Art der Gruppe werden alle Weichen im Abzweiggleise mit α verlegt und an das zu ihr gehörende Gleis durch einen Bogen in die steilere Neigung β überführt (Abb. 1 rechts, Taf. XXIV).

Die Teilung der Weichen hängt von dem Winkel ab, unter dem die Weichenstrafse das erste Gleis schneidet, sie beträgt für die »gewöhnlichen« Weichenstrafsen mit dem Winkel $\alpha = 5^0 11' 40''$ rund 53 m, für die »verkürzten« Weichenstrafsen mit dem Winkel $\beta = 7^0 7' 30''$ rund 38,6 m. Die Entfernung von Zungenspitze bis zum Merkzeichen wurde zu rund 55,5 m angenommen. Die sonstigen Einzelmafse, Halbmesser der Verbindungsbogen, Geradenlängen und so weiter haben für diese Betrachtungen keine Bedeutung; sie sind in die Abb. 1 bis 4, Taf. XXIV eingetragen.

Diese vier Arten von Gleisgruppen haben wir mit solchen zu vergleichen, in denen gekrümmte Weichenstrafsen nach dem Ziegler'schen Vorschlage verwendet werden.

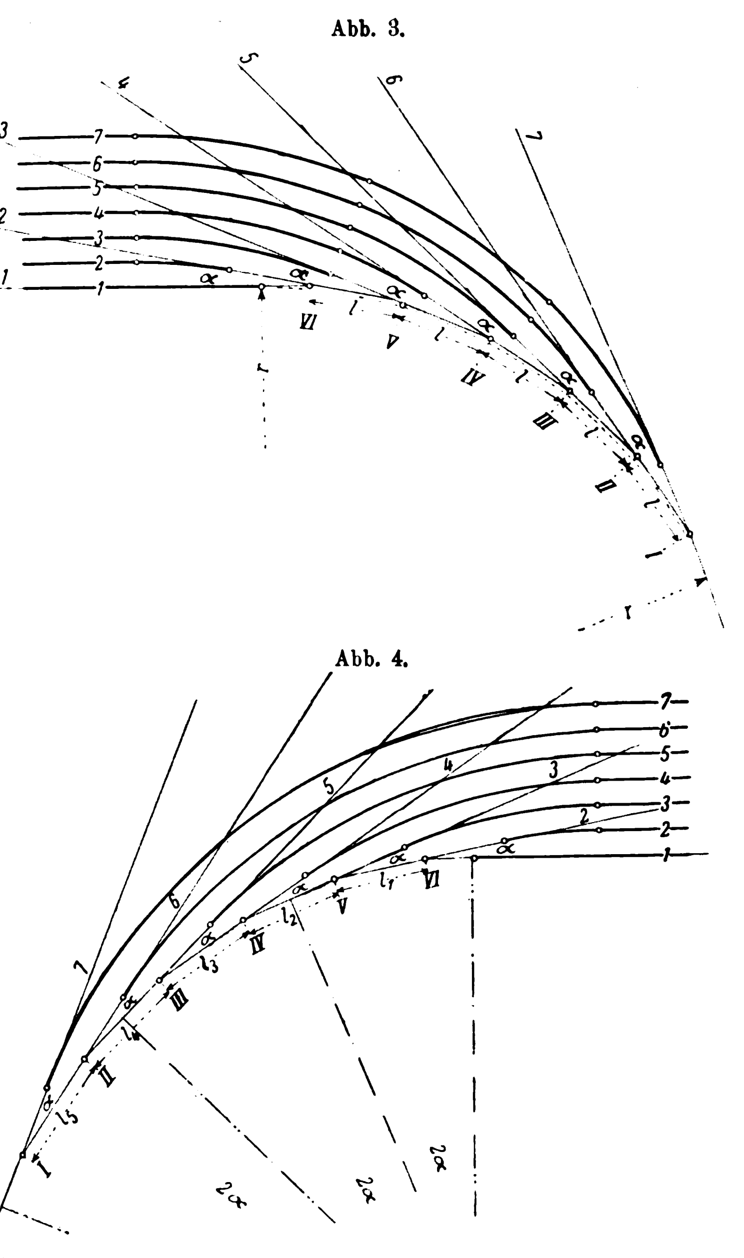
B. Gruppe von 11 Gleisen mit krummer Weichenstrafse und einfachen Weichen.

Um einen Vergleich dieser Gruppenarten mit den oben besprochenen anstellen zu können, müssen gleiche Grundbedingungen vorausgesetzt werden. Diese sind:

1. Weiche 1 : 11 mit den in Textabb. 1 und 2 angegebenen Mafsen;
2. geringste Nutzlänge von 534 m für jedes der 11 Gleise zwischen den Merkzeichen;
3. Länge von Zungenspitze bis Merkzeichen 55,5 m.

Zur Zusammensetzung der gekrümmten Weichenstrafse gibt die Textabb. 3 die Grundlagen.

Man zeichnet mehrere Gerade 1, 2, 3 bis 7, von denen jede Folgende die Vorhergehende unter dem Weichenwinkel α schneidet, die Schnittpunkte liegen zunächst in einer bestimmten



Entfernung l von einander. Die einzelnen Stücke des gebrochenen Linienzuges I II III — VI bilden die Berührenden eingeschriebener Kreise, deren Halbmesser von den gegebenen Gröfsen I — II, II — III und dem Winkel α abhängen. In diese Berührenden können nun die Mafse a und b einer Weiche (Textabb. 2) eingetragen werden, und damit ist die gekrümmte Weichenstrafse gezeichnet. Sie enthält aufeinander folgende Weichen, die nicht auf einer Geraden, sondern auf den Seiten eines Vieleckes verlegt sind. Die zweite Berührende des an die einzelne Weiche anschliefsenden Gleisbogens bildet stets das Gruppengleis, welches die Nummer der Vieleckseite trägt, an der die zugehörige Weiche liegt. Hierbei liegen die Weichen an einem regelmäfsigen Kreisvielecke des eingeschriebenen Halbmessers r in gleichen Abständen.

Es gibt aber noch eine weitere Möglichkeit der Ausgestaltung der gekrümmten Weichenstrafsen, indem man die Verbindungsbogen aller Gleise der Gruppe mit ihren Weichen von einem Mittelpunkte aus beschreibt, und an diese Bogen Berührende so legt, dafs immer die vorhergehende mit der



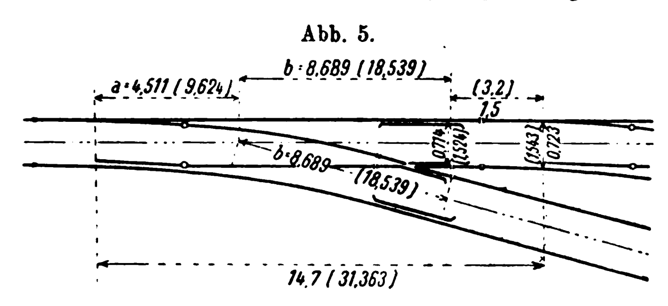
folgenden den Winkel α einschliefst (Textabb. 4), die Abstände l_1, l_2, l_3 . . . werden hierbei ungleich.

Diese von einander verschiedenen Abstände der Weichenmittelpunkte kann man sich als Berührende an eine Reihe von Kreissectorenbogen mit dem Mittelpunktwinkel 2α und mit stetig wachsendem Halbmesser denken. Diese Bogenstücke geben zusammen die Linie, auf deren Berührenden nun die Weichen der gekrümmten Weichenstrafse in nicht ganz gleichen Abständen von einander verlegt sind.

Als weitere Grundlagen der krummen Weichenstrafse sind nun die folgenden Gröfsen zu erörtern.

4. Der kleinste Abstand zweier Weichen von einander, oder die kleinste Länge von Herzstückende bis Zungenspitze der nächsten Weiche. Die Mafse a und b der Textabb. 1 und 5 sind als gegeben anzusehen. Die geringste Länge erhielte

Abb. 5.



man, wenn man die Zungenspitze unmittelbar an das Herzstückende legte. Die Weichen haben hier aber 20 mm Spurerweiterung, zu deren Beseitigung bis Zungenspitze eine bestimmte Länge verfügbar sein mufs.

Bei der hier zu Grunde gelegten Weiche beträgt diese Länge 3,2 m. Nehmen wir sie abgerundet zu 1,50 Faden, so ergibt sich die Entfernung zweier Weichen zu $a + b + 3{,}20 = 9{,}62 + 18{,}54 + 3{,}2 = 31{,}36$ m, und damit ist die mindest erforderliche Länge für eine Weiche gegeben.

5. Der Halbmesser des Verbindungsbogens mit dem Gruppengleise hängt von dem kleinsten Abstande der Weichen von einander und dem Weichenwinkel $\alpha = 5^0 11' 40''$ ab; er beträgt für den vorliegenden Fall $r_{1\,kl} = \frac{1}{2} \cdot l_{kl} \cdot \operatorname{cotg} \alpha/_2 = 345$ m.

Mit diesen Grundlagen 1 bis 5 sind in Abb. 1 und 2, Taf. XXV, 5 bis 7, Taf. XXIV und 5 bis 10, Taf. XXV die Gleisgruppen nach Ziegler'schem Vorschlage zusammengestellt.

In Abb. 1, Taf. XXV sind alle Anschlufsbogen der Weichen an die entsprechenden geraden Gleise aus einem Mittelpunkte und in einem Zuge beschrieben. Ziegler nennt sie treffend »einfache« Anschlufsbogen; dabei ergeben sich die Entfernungen der einzelnen Weichen von einander nicht als Gröfsen gleicher Länge.

Abb. 2, Taf. XXV zeigt die zweite Lösung nach Ziegler, bei der die Entfernung zweier Weichen überall dieselbe ist. Hierbei ergeben sich die Anschlufsbogen nicht als »einfache«, sondern als »zusammengesetzte« mit mehr als einem Mittelpunkte in den gröfseren Bogenlängen.

Abb. 5 bis 7, Taf. XXIV zeigen die »verdoppelten« geraden und gekrümmten Weichenstrafsen. Die ersteren können derart entstehen, dafs jedes von der Weichenstrafse abzweigende Gleis eine Gabelung in zwei Gleise aufweist, die ihrerseits in zwei der Gruppengleise übergeführt werden.

Eine gleiche Gabelung in zwei Gleise weisen in der »verdoppelten« gekrümmten Weichenstrafse die Verlängerungen der einzelnen Geraden auf, an denen die Weichen der Strafse liegen. Auch hier sind die beiden Lösungen mit »einfachen« (Abb. 6, Taf. XXIV) und mit »zusammengesetzten« (Abb. 7, Taf. XXIV) Anschlufsbogen möglich, das heifst, die Anschlufsbogen können gleichmittig und je in einem Zuge beschrieben, oder die Weichen können in gleichen Abständen von einander auf den Berührenden eines eingeschriebenen Kreises verlegt werden.

Abb. 8, 9 und 7, Taf. XXV zeigen die Verbindung der üblichen geraden mit der gekrümmten Weichenstrafse. Die Gleise sind in einzelne Gruppen, in Abb. 8, Taf. XXV von 4 und in Abb. 9 und 7, Taf. XXV von 3 Gleisen zusammengefafst. Jede solche Gruppe von 4 oder 3 Gleisen hat ihre gewöhnliche gerade Weichenstrafse. Diese schneiden einander, jede Folgende die Vorhergehende, unter dem Weichenwinkel α und auf diese Weise entsteht wieder eine einen Bogen umschriebene Weichenstrafse, die die geraden Weichenstrafsen mit einander verbindet.

Bei dieser Verbindung von geraden und gekrümmten Weichenstrafsen sind Gleisbündel, und zwar eines von vier und eines von drei Gleisen gebildet, um zu prüfen, was sich günstiger stellt: die Verbindung einer gröfsern Anzahl von Gleisen durch je eine gerade Weichenstrafse und eine entsprechend geringere Anzahl von Weichenstrafsen, oder umgekehrt kleine von je einer geraden Strafse auslaufende Bündel und eine entsprechend gröfsere Anzahl von geraden Weichenstrafsen. Auch hier sind die beiden Abarten der Ziegler'schen Anordnung, die mit »einfachen« (Abb. 9, Taf. XXV) und die mit »zusammengesetzten« Anschlufsbogen (Abb. 7, Taf. XXV) möglich.

In Abb. 5, 6 und 10, Taf. XXV ist die letzte Verbindung gekrümmter Weichenstrafsen mit der geraden Strafse unter Verwendung einfacher Weichen dargestellt. Wie oben, so wurden auch hier wieder Bündel von drei und vier Gleisen durch je eine gekrümmte Weichenstrafse gebildet, welche ihrerseits durch eine gemeinsame gerade Weichenstrafse verbunden sind. Die Annahme der Bündel zu drei und vier Gleisen geschah aus dem oben angeführten Grunde, ebenso finden sich in dieser Verbindung auch die »einfachen« und »zusammengesetzten« Anschlufsbogen nach Abb. 5 und 10, Taf. XXV.

C. Gruppe von 11 Gleisen mit gekrümmten Weichenstrafsen und Doppelweichen.

Bislang sind die Weichenstrafsen ausschliefslich aus der einfachen Weiche gebildet, weitere Vorteile aber können durch Einführung von verschränkten oder dreischlägigen Doppelweichen erzielt werden. Da sich jedoch die erstere besser bewährt hat, als die letztere, so wird nur sie in die Untersuchung eingeführt, in der Erwartung, dafs ihre Verwendung durch diese Erörterung auch in Rufsland gefördert wird.

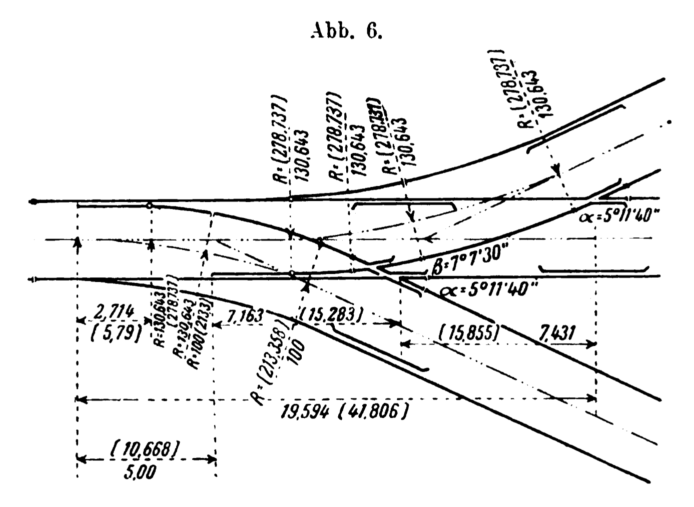
Die vom Verfasser für 30,2 kg/m schwere Schienen unter Verwendung des in den bisherigen Weichen mit gekrümmten Zungen, sowie eines bei der Verwaltung vorhandenen Herzstückes mit dem Herzwinkel $\beta = 7^0 7' 30''$ entworfene Doppelweiche ist in Textabb. 6 dargestellt; ihre Hauptmafse sind:

1. Entfernung der Zungenspitzen der zwei hintereinander am mittlern Durchgangsgleise liegenden Weichen 10,67 m;

2. Herzstückwinkel der beiden Weichen $1:11\ \alpha = 5^0 11' 40''$;

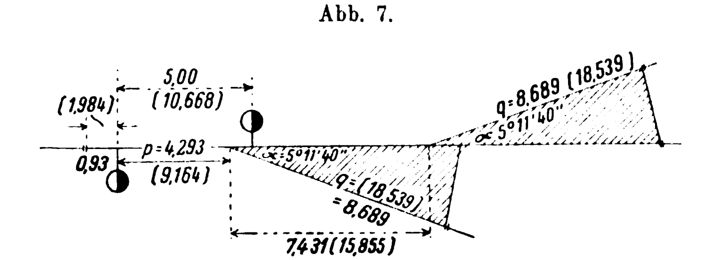
3. Winkel des mittlern Herzstückes $1:8\ \beta = 7^0 7' 30''$.

Abb. 6.



Für die Eintragung der Weichen wird die Mafszusammenstellung Textabb. 7 benutzt.

Abb. 7.



Wie bei der einfachen Weiche wurden als geringste Länge zwischen Herzstückende der vorhergehenden und Zungenanfang der folgenden Weiche 3,2 m angenommen, also beträgt die geringste Länge von Herzstückende der vorhergehenden bis zum Ende des Herzstückes der ersten Weiche der verschränkten Doppelweiche $l_{kl} = 3{,}2 + p + q = 3{,}2 + 9{,}16 + 18{,}54 = 30{,}90$ m, und der kleinste Halbmesser des Anschlufsbogens folgt für das zweite Gleis der Gruppe zu $r_1 = \frac{1}{2} l_{kl} \operatorname{cotg} \frac{5^0 11' 40''}{2} = 340{,}58$ m

Abb. 3 und 4, Taf. XXV zeigen die mit diesen Grundlagen zusammengesetzte Gruppe mit gekrümmten Weichenstrafsen und Doppelweichen. Dabei beruht Abb. 4, Taf. XXV auf der Verwendung von »zusammengesetzten«, Abb. 3, Taf. XXV auf der von »einfachen« Anschlufsbogen.

D. Vergleich der Gruppen mit geraden und gekrümmten Weichenstrafsen.

Der Ersatz der geraden Weichenstrafsen durch kürzere Entwickelung erscheint nur da erwünscht, wo eine Verringerung des Aufwandes damit verbunden ist, das ist aber in erster Linie bei der Gruppenbildung mit gerader Strafse nach Abb. 1, Taf. XXIV, dann auch in Abb. 2, Taf. XXIV bereits der Fall.

Alle Gleise der Gruppe zeigen fast gleiche Länge, deren weiteres Herunterdrücken nicht möglich ist, also sind diese beiden Arten als sparsam, und in dieser Hinsicht auch den zusammengedrängten gekrümmten Weichenstrafsen überlegen. Für den Vergleich verbleiben somit von den Gruppen mit geraden Weichenstrafsen nur die beiden in Abb. 3 und 4, Taf. XXIV dargestellten.

Beim Vergleiche der Gruppenformen mit geraden und gekrümmten Weichenstrafsen sind nun die folgenden Fragen zu behandeln.

1. Welche Anlage ist am sparsamsten bezüglich des Aufwandes an Gleisteilen?

2. Werden durch die Anlagen Verkürzungen der Längenausdehnung der Gruppe erzielt?

3. Welche Grundfläche erfordern die verschiedenen Gruppen-Arten?

4. Welche Arbeit wird beim Befahren der vollen Gleislänge der Gruppe von Endweiche zu Endweiche erfordert?

5. Welche Längen weisen die Weichenstrafsen der verschiedenen Gruppenformen auf, wie grofs ist also die Länge der Gefahrzone beim Durchfahren der Weichen?

6. Wieviele Gefahrpunkte sind für die Fahrzeuge beim Durchfahren der Weichen zum Zwecke des Einfahrens in alle Gleise der Gruppe vorhanden?

Zur Beantwortung dieser Fragen war eine Anzahl von Berechnungen anzustellen, deren Ergebnisse in den Zusammenstellungen I bis III mitgeteilt sind, ohne auf die Durchführung im Einzelnen einzugehen.

Diese Zusammenstellungen geben die Längenmafse in russischen Faden, zugleich aber eingeklammert in Metern mit dem Genauigkeitsgrade, der mit dem Rechenschieber von 25 cm Länge zu erzielen ist.

Die Zusammenstellung I ist nach den vorstehend aufgeführten 6 Fragen geordnet. In den Zusammenstellungen II und III ist gezeigt, um wieviel sich die Gruppenformen mit gekrümmten Weichenstrafsen verhältnismäfsig von denen mit geraden Weichenstrafsen hinsichtlich jeder einzelnen der sechs Fragen zum Vorteile oder Nachteile unterscheiden, und zwar beruht Zusammenstellung II auf Abb. 3, Taf. XXIV, Zusammenstellung III auf Abb. 4, Taf. XXIV.

Im folgenden sind die nötigen Erklärungen zu jedem der sechs mafsgebenden Gesichtspunkte mitgeteilt.

1. Gleismenge.

Nach Spalte 1 der Zusammenstellung I sind alle fünf Gruppen mit Ziegler'scher Anordnung der Weichenstrafsen Abb. 5 bis 7, Taf. XXIV und 1 bis 10, Taf. XXV im Gleisverbrauche überlegen. Überall stellen sich die Anlagekosten infolge geringern Bedarfes in ihnen geringer, und zwar stehen der Gleismenge von 5173 Faden (11 039) und 5907 Faden (12 604) in den Gruppen mit geraden Weichenstrafsen nach Abb. 3 und 4, Taf. XXIV 4254 Faden (9077) bis 4979 Faden (10 622) gegenüber. Bei den neuen Gruppenformen ist also eine Ersparung von 4 bis 18 % gegen Abb. 3, Taf. XXIV und von 16 bis 28 % gegen Abb. 4, Taf. XXIV zu erzielen. Unter den Gruppen mit gekrümmten Strafsen zeigen die nach Abb. 1 und 2, Taf. XXV nur geringe Abweichung von denen mit geraden Weichenstrafsen, kommen also für den Vergleich nicht in Betracht. Die Gruppen nach Abb. 5 bis 7, Taf. XXIV und 3 bis 10, Taf. XXV geben eine Ersparnis von 11 bis 18 % gegen Abb. 3, Taf. XXIV und von 22 bis 28 %

Zusammenstellung I.

Nach der Reihenfolge	Die Gruppenbildung Abb. Tafel	1 Gleislänge der ganzen Gruppe Faden (m)	2 Länge der Gruppe Faden (m)	3 Grundfläche der Gruppe Quadratfaden (ha)	4 Arbeit b. Durchfahren von 1 t kgm	5 Länge einer Weichenstrafse Faden (m)	6 Zahl der gegen die Spitze zu befahrend. Weichen
1	1, XXIV	**3612,790 (7708)**	483,260 (1031)	6561,511 (2,980)	**32229,12**	163,260 (348)	65
2	2, XXIV	3733,233 (7965)	550,418 (1175)	6600,279 (3,00)	34975,65	223,668 (477)	65
3	3, XXIV	5173,552 (11039)	626,118 (1336)	9691,947 (4,41)	40581,89	163,260 (348)	65
4	4, XXIV	5907,222 (12604)	747,536 (1595)	11046,661 (5,03)	46462,24	223,668 (477)	65
5	1, XXV	4978,468 (10622)	541,185 (1155)	9376,128 (4,27)	49177,31	139,649 (298)	65
6	2, XXV	4914,814 (10486)	529,989 (1131)	9143,985 (4,16)	48396,23	132,300 (282)	65
7	5, XXIV	4601,941 (9812)	527,538 (1125)	8578,607 (3,91)	33966,37	114,520 (244)	45
8	6, XXIV	4294,360 (9162)	469,296 (1001)	8033,057 (3,66)	35470,36	86,102 (184)	45
9	7, XXIV	4273,138 (9117)	464,630 (992)	**7979,895 (3,63)**	35204,48	83,652 (179)	45
10	8, XXV	4473,068 (9544)	510,010 (1088)	8366,106 (3,81)	34399,92	104,772 (224)	41
11	9, XXV	4452,888 (9501)	490,532 (1047)	8338,245 (3,80)	35037,44	95,640 (204)	41
12	7, XXV	4435,952 (9465)	486,966 (1039)	8305,319 (3,78)	34836,83	93,804 (200)	**41**
13	5, XXV	4254,060 (9077)	504,696 (1077)	7983,175 (3,63)	34304,54	104,160 (222)	47
14	6, XXV	4316,530 (9210)	483,980 (1033)	8125,046 (3,70)	34657,65	94,416 (201)	45
15	10, XXV	4310,410 (9197)	482,790 (1030)	8111,803 (3,69)	34566,88	93,804 (200)	45
16	3, XXV	4418,166 (9427)	467,010 (996)	8271,310 (3,77)	36724,16	85,012 (181)	45
17	4, XXV	4396,926 (9381)	**462,342 (986)**	8219,571 (3,73)	36460,20	**82,562 (176)**	45

gegen Abb. 4, Taf. XXIV. Am günstigsten von allen hinsichtlich des Gleisaufwandes ist die Gruppe Abb. 5, Taf. XXV mit mehreren gekrümmten Weichenstrafsen, die durch eine gerade Strafse verbunden sind.

2. Gruppenlänge.

Als Gruppenlänge ist in Spalte 2 der Zusammenstellungen I bis III die Entfernung zwischen dem Zungenanfange der beiden äufsersten Eingangsweichen in Betracht gezogen. Die Länge der Gruppe mit geraden Strafsen vermindert sich von 748 Faden (1595) bei Abb. 4, Taf. XXIV und 626 Faden (1336) bei Abb. 3, Taf. XXIV schon auf 550 Faden (1175) bei Abb. 2, Taf. XXIV und 483 Faden (1031) bei Abb. 1, Taf. XXIV herab. Gekrümmte Strafsen mit einfachen Weichen liefern höchstens 542 Faden (1155) bei Abb. 1, Taf. XXV und mindestens 465 Faden (992) bei Abb. 7, Taf. XXIV, also weniger 13 bis 26 % gegen Abb. 3, Taf. XXIV und 28 bis 38 % gegen Abb. 4, Taf. XXIV.

Doch ist auch hier und bei den folgenden Punkten im Auge zu behalten, dafs die einfache gekrümmte Weichenstrafse nach Abb. 1 und 2, Taf. XXV überhaupt nicht in Frage gezogen werden kann, da sie sich nur unwesentlich von den geraden Weichenstrafsen unterscheidet; die Wahl mufs unter den ausgeprägteren Gruppenformen getroffen werden. Demnach kommen in Zukunft nur die Gruppen nach Abb. 5 bis 7, Taf. XXIV und 3 bis 10, Taf. XXV zur Beurteilung. Bei

Zusammenstellung II.

Nach der Reihenfolge	Die Gruppenbildung Abb. Tafel	Unterscheidet sich in % von der Gruppenbildung Abb. 3, Taf. XXIV hinsichtlich der Frage Nr.: 1 Gleismenge	2 Gruppenlänge	3 Fläche	4 Arbeit	5 Ausdehng. d. Gefahrzone	6 Zahl der Gefahrpunkte
1	1, XXIV	— 31 %	— 23 %	— 32 %	— 20 %	0	0
2	2, XXIV	— 28	— 12	— 32	— 14	+ 37 %	0
3	3, XXIV	0	0	0	0	0	0
4	4, XXIV	+ 14	+ 20	+ 14	+ 15	+ 37	0
5	1, XXV	— 4	— 13	— 3	+ 21	— 14	0
6	2, XXV	— 5	— 15	— 6	+ 19	— 19	0
7	5, XXIV	— 11	— 16	— 11	— 17	— 30	— 31 %
8	6, XXIV	— 17	— 25	— 17	— 13	— 48	— 31
9	7, XXIV	— 17	— 26	— 18	— 13	— 48	— 31
10	8, XXV	— 14	— 18	— 14	— 15	— 36	— 37
11	9, XXV	— 14	— 22	— 14	— 14	— 41	— 37
12	7, XXV	— 14	— 22	— 14	— 14	— 43	— 37
13	5, XXV	— 18	— 20	— 18	— 16	— 36	— 28
14	6, XXV	— 17	— 23	— 16	— 15	— 42	— 31
15	10, XXV	— 17	— 23	— 16	— 15	— 43	— 31
16	3, XXV	— 15	— 26	— 15	— 10	— 48	— 31
17	4, XXV	— 15	— 26	— 15	— 10	— 49	— 31

Zusammenstellung III.

Nach der Reihenfolge	Die Gruppenbildung Abb. Tafel	Unterscheidet sich in % von der Gruppenbildung Abb. 4, Taf. XXIV hinsichtlich der Frage Nr.: 1 Gleismenge	2 Gruppenlänge	3 Fläche	4 Arbeit	5 Ausdehng. d. Gefahrzone	6 Zahl der Gefahrpunkte
1	1, XXIV	— 39 %	— 35 %	— 41 %	— 33 %	— 37 %	0
2	2, XXIV	— 37	— 27	— 40	— 25	0	0
3	3, XXIV	— 12	— 16	— 12	— 12	— 37	0
4	4, XXIV	0	0	0	0	0	0
5	1, XXV	— 16	— 28	— 15	+ 6	— 37	0
6	2, XXV	— 17	— 29	— 17	+ 4	— 41	0
7	5, XXIV	— 22	— 29	— 22	— 27	— 49	— 31 %
8	6, XXIV	— 27	— 37	— 27	— 24	— 62	— 31
9	7, XXIV	— 28	— 38	— 28	— 24	— 62	— 31
10	8, XXV	— 24	— 32	— 24	— 26	— 53	— 37
11	9, XXV	— 25	— 34	— 24	— 25	— 57	— 37
12	7, XXV	— 25	— 35	— 25	— 25	— 58	— 37
13	5, XXV	— 28	— 32	— 28	— 26	— 54	— 28
14	6, XXV	— 27	— 35	— 26	— 25	— 58	— 31
15	10, XXV	— 27	— 35	— 26	— 26	— 58	— 31
16	3, XXV	— 25	— 38	— 25	— 21	— 62	— 31
17	4, XXV	— 26	— 38	— 26	— 22	— 63	— 31

Entscheidung der Frage der Verkürzung der Gruppenlänge ergibt sich dann ein Gewinn von 16 bis 26 % gegen Abb. 3, Taf. XXIV und von 29 bis 38 % gegen Abb. 4, Taf. XXV.

Bei Anwendung von Doppelweichen stellt sich die Verkürzung noch günstiger, nämlich auf 26 % gegen Abb. 3 Taf. XXIV und auf 38 % gegen Abb. 4 Taf. XXIV.

3. Grundfläche.

Als die in Vergleich zu ziehende Fläche wurde die von den Mittellinien der beiden äufsersten Gruppengleise 1 und 11 begrenzte betrachtet. Die Flächengröfsen sind in Spalte 3 der Zusammenstellung I in Quadratfaden und ha eingetragen.

Alle neuen Gruppenformen nach Ausschaltung derjenigen mit einfachen gekrümmten Weichenstrafsen liefern Ersparungen, und zwar um 11 bis 18 % gegen Abb. 3, Taf. XXIV und von 22 bis 28 % gegen Abb. 4, Taf. XXIV. Zieht man gleichzeitig auch den Gleisaufwand und die Gruppenlänge in Betracht, so erweist sich die Anordnung Abb. 7, Taf. XXIV mit 4273 Faden (9117) Gleis- und 465 Faden (992) Gruppenlänge als die im ganzen günstigste, das ist die Anlage mit verdoppelten gekrümmten Weichenstrafsen und »zusammengesetzten« Anschlufsbogen.

Die Verwendung der verschränkten zweiseitigen Doppelweichen liefert hier etwa dieselben Vorteile wie die der einfachen Weichen.

4. Widerstandsarbeit.

Der Frage nach der mechanischen Arbeit, die beim Durchfahren der Schienenwege einer Gruppe zu leisten ist, ist bislang wenig Interesse geschenkt und sie ist auch eine mehr theoretische zu nennen, der Vollständigkeit der Übersicht wegen ist jedoch auch sie in die vorliegenden Betrachtungen hineingezogen worden.

Die zu leistende Arbeit erwächst aus der Überwindung des Widerstandes in den Geraden und in den Bogen. In den Gruppen mit geraden Weichenstrafsen spielen die Bogen als kurze Verbindungsstücke der Länge nach den geraden Strecken gegenüber eine untergeordnete Rolle, in diesen Gruppen haben sie also wenig Einflufs auf die Widerstandsarbeit. In den neuen Gruppen mit gekrümmten Weichenstrafsen nehmen die Bogenstrecken einen wesentlich höheren Längenbetrag ein, diese werden also hinsichtlich des Widerstandes die ungünstigeren sein.

Die Grundlagen der Untersuchung des Widerstandes sind folgendermafsen gewählt:

Vor der linken Eingangsweiche der Gruppe stehen so viele Lasten von 1 t, wie die Gruppe Gleise hat, hier 11. Diese Lasten sollen nacheinander je ein Gleis durchlaufen und die Gruppe am Ende verlassen.

Die Summe der Widerstandsarbeit der 11 Fahrten soll den Mafsstab für den Widerstand der Gruppe liefern.

Die Berechnung des Widerstandes in geraden Strecken ist nach

$$w^{kg/t} = 2{,}40 + \frac{(V^{km/St.})^2}{1000}$$

erfolgt, wobei V = 10 km/St., also w = 2,5 kg/t gesetzt wurde; der Bogenwiderstand ist

$$w_b^{kg/t} = \frac{650{,}4}{R^m - 55},$$

worin R den Halbmesser des Bogens bedeutet. R bewegt sich für alle besprochenen Gruppenformen mit ihren Weichen- und Anschlufs-Bogen zwischen den Grenzen von 100 (213) bis 227 Faden (485), die Erhöhung des Widerstandes in den Bogen liegt demnach zwischen 164 und 61 % des Widerstandes der geraden Strecke. In Zusammenstellung IV sind die Bogenwiderstände für die vorkommenden Halbmesser angegeben.

Zusammenstellung IV.

Kommt vor in	R Faden	R m	Bogenwiderstand w_b kg/t
Abb. 1 bis 4, Tafel XXIV	100,0	213,358	4,108
	118,543	252,951	3,290
	130,643	278,738	2,907
	150,0	320,037	2,454
Abb. 5 bis 7, Tafel XXIV; Abb. 1 und 2, Tafel XXV; Abb. 5 bis 10, Tafel XXV	162,033	345,710	2,237
	164,283	350,511	2,201
	166,533	355,311	2,166
	168,783	360,112	2,132
	171,033	364,912	2,099
	173,283	369,713	2,067
	175,533	374,514	2,036
	177,783	379,314	2,005
	180,033	384,115	1,976
	182,283	388,916	1,948
Abb. 3 und 4, Tafel XXV	159,63	340,583	2,277
	161,880	345,385	2,240
	164,130	350,184	2,203
	166,380	354,985	2.168
	168,630	359,786	2,134
	170,88	364,587	2,101
	173,130	369,386	2,069
	175,380	374,188	2,038
	177,630	378,988	2,088
	179.880	383,789	1,978
	226,670	483,619	1,518
	222,170	474,018	1,552
	217,670	464,417	1,589
	213,170	455,816	1,623
	208,670	445.215	1,667

Zusammenstellung V.

Abb. und Tafel	Widerstandsarbeit in den Geraden kgm	Widerstandsarbeit in den Bogen: Gerade kgm	Bogen kgm	Zusammen kgm	Ganze Widerstandsarbeit der Gruppe für 1 t Last kgm
1, XXIV	25139,11	3750,49	3340,22	7090,71	32229,82
2, XXIV	29923,77	2402,71	2649,17	5051,88	34975,65
3, XXIV	33769,16	3703,12	3109,61	6812.73	40581,89
4, XXIV	41675,14	2199,76	2587,34	4787,10	46462,24
1, XXV	19079,92	15422,57	14674,82	30097,39	49177,31
2, XXV	18547,80	15120,59	14727,84	29848,43	48396,25
5, XXIV	28293,65	2761,52	2911.20	5672,72	33966,37
6, XXIV	20395,51	7632,01	7442,84	15074,85	35470,36
7, XXIV	20195,28	7544,96	7464,24	15009,20	35204,48
8, XXV	25520,52	4483,90	4395,50	8879,40	34399,92
9, XXV	23005,24	6157,06	5875,14	12032,20	35037,44
7, XXV	22855,06	6097,03	5884.74	11981,77	34836,83
5, XXV	25573,51	4327,47	4403,54	8731,03	34304,54
6, XXV	22849,98	5915,13	5892,54	11807,67	34657,65
10, XXV	22777,65	5893,37	5895,86	11789,23	34566,88
3, XXV	18842,45	9063,01	8818,70	17881,71	36724,16
4, XXV	18642,59	8976,25	8841,36	17817,61	36460,20

Multipliziert man bei allen Fahrten den Widerstand einer in sich gleichartigen Strecke mit ihrer Länge und bildet für jede Fahrt die Summe dieser Produkte, so erhält man für die 17 Gruppenarten die in Zusammenstellung V angegebenen Widerstandsarbeiten für 1 t bewegter Last.

Diese in Spalte 4 der Zusammenstellung I übernommenen Werte zeigen, dafs die neuen Gruppenformen hinsichtlich des Widerstandes die ungünstigeren sind.

Die Gruppenformen Abb. 1 und 2, Taf. XXV mit einfachen gekrümmten Weichenstrafsen sind weitaus die ungünstigsten, während sich die übrigen Arten mit gekrümmten Weichenstrafsen weder untereinander, noch von der günstigsten Form mit verkürzter gerader Weichenstrafse wesentlich unterscheiden. Die beiden Formen mit einfachen gekrümmten Weichenstrafsen sind also auch hier wieder auszuschliefsen. Die Anordnungen Reihenfolge 7 bis 17, geben gegen Abb. 3, Taf. XXIV 10 bis 17 %, gegen Abb. 4, Taf. XXIV 21 bis 27 % Arbeitsersparnis.

5. Länge der Gefahrzone.

In der Frage nach dem Abstande der beiden äufsersten Weichen einer Weichenstrafse wird ein für die ganze Anlage mafsgebender Punkt berührt, denn dieser Abstand stellt die Zone der Gefahr für die Bewegung der Fahrzeuge dar.

Die Zahlen in Spalte 5 der Zusammenstellung I zeigen, dafs alle neuen Weichenstrafsenformen nach Zieglers Idee einen bedeutenden Vorzug vor den gewöhnlichen geraden Weichenstrafsen aufweisen. Den Längen von 163 Faden (348) und 224 Faden (477) in letzteren stehen Längen in den Grenzen von 82,5 Faden (176) bis 140 Faden (298) bei den gekrümmten Weichenstrafsen gegenüber, die Zone der Gefahr hat eine Verkürzung von 14 bis 49 % gegen Abb. 3, Taf. XXIV und von 37 bis 63 % gegen Abb. 4, Taf. XXIV erfahren.

6. Zahl der gegen die Spitze befahrenen Weichen.

Ähnlich wie der vorige Punkt stellt sich die Zahl der Gefahrpunkte, in denen die Fahrzeuge gegen die Spitze einer Weiche fahren. Man denke sich wieder, dafs 11 Fahrzeuge in die 11 Gleise einlaufen sollen, die Zahl der Weichen, die bei den 11 Einfahrten gegen die Spitze befahren werden, gilt als Mafsstab in dieser Beziehung; diese Zahl ist in Spalte 6 der Zusammenstellung I angegeben.

Auch hier zeigt sich, dafs die einfachen, gekrümmten Weichenstrafsen keinen Vorteil vor den geraden Strafsen voraus haben und daher aus der Betrachtung ausscheiden. Die übrigen Lösungen unter Reihenfolge 7 bis 17 stehen wieder den geraden Strafsen voran, und zwar wird durch sie eine Minderung der Zahl der Gefahrpunkte um 28 bis 37 % gegen Abb. 3 und 4, Taf. XXIV rezielt.

Die Zusammenfassung dieser Erwägungen ist in Zusammenstellung VI erfolgt.

Zusammenstellung VI.

		Tafel XXIV	Unterschiede der Gruppenarten in % gegen die Anordnungen Abb. 3 und 4, Tafel XXIV bezüglich:					
			1. Gleisaufwand	2. Gruppenlänge	3. Fläche	4. Widerstandsarbeit	5. Länge der Gefahrzone	6. Zahl der Gefahrpunkte
Abb. 1 und 2 Tafel XXIV gerade Weichenstrafsen	im Vergleiche mit	Abb. 3	— 29 bis 31 %	— 12 bis 23 %	— 32 %	— 15 bis 21 %	0 bis + 37 %	0
		Abb. 4	— 37 bis 38	— 27 bis 35	— 40 bis 41	— 25 bis 30	— 37 bis 0	0
Nach Reihenfolge 5 bis 17 gekrümmte Weichenstrafsen	im Vergleiche mit	Abb. 3	— 5 bis 19	— 14 bis 26	— 3 bis 18	+ 20 bis — 17 %	— 14 bis 49	0 bis — 37 %
		Abb. 4	— 16 bis 28	— 28 bis 38	— 15 bis 28	+ 6 bis — 27	— 37 bis 63	0 bis — 37
Nach Reihenfolge 7 bis 17 gekrümmte Weichenstrafsen	im Vergleiche mit	Abb. 3	— 12 bis 19	— 16 bis 26	— 11 bis 18	— 10 bis 17	— 30 bis 49	— 28 bis 37
		Abb. 4	— 22 bis 28	— 29 bis 38	— 22 bis 28	— 21 bis 27	— 49 bis 63	— 28 bis 37

Aus diesen Ergebnissen können folgende Schlüsse gezogen werden.

I. Beim Vergleiche mit den Gruppenformen nach Abb. 3 und 4, Taf. XXIV tragen die Anlagen mit gekrümmten Weichenstrafsen mit Ausnahme derer nach Abb. 1 und 2, Taf. XXV bezüglich des Arbeitswiderstandes den Sieg davon. Hieraus läfst sich der Schlufs ziehen, dafs die Ersetzung der bisher gebräuchlichen Gruppen nach Abb. 3 und 4, Taf. XXIV durch die neuen Gruppen nach Reihenfolge 7 bis 17, Taf. XXIV und XXV zweckmäfsig ist.

II. Beim Vergleiche der neuen Gruppen mit denen nach Abb. 1 und 2, Taf. XXIV haben jedoch die letzteren in den Punkten 1), 3) und 4) den Vorzug, in den Punkten 5) und 6) aber weisen die gekrümmten Weichenstrafsen erhebliche Vorzüge auf.

Den nach den Punkten 1) und 3) geringeren Anlagekosten für die geraden Weichenstrafsen steht nach den Punkten 5) und 6) die Verkürzung der Gefahrzone und die Minderung der Zahl der Gefahrpunkte in den gekrümmten Weichenstrafsen als Vorteil für den Betrieb gegenüber.

Dem Verfasser scheint es hiernach richtig, der Gruppe mit gekrümmten Weichenstrafsen den Vorzug zu geben, und die geraden Weichenstrafsen zu verlassen. Mittel zur Entscheidung der Wahl unter den Lösungen unter Reihenfolge 7 bis 17, Taf. XXIV und XXV unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse geben die mitgeteilten Vergleichszahlen an die Hand.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Der neue Bahnhof der Pennsylvania-Eisenbahn in Neu-York.

(Bulletin du congrès international des chemins de fer, Oktober 1906, S. 1158 und ff. Mit Abbild.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 und 5 auf Tafel XXI.

Der im Bau begriffene Bahnhof ist wegen seiner eigenartigen Lage, der grofsen Anzahl und der bequemen Anordnung seiner Ein- und Ausgänge von besonderer Bedeutung. Er wird im Osten durch die VII., im Westen durch die VIII. Avenue, im Süden durch die 31. und im Norden durch die 33. Strafse begrenzt (Abb. 5, Taf. XXI). Die Länge der an die Avenuen grenzenden Seiten des Bahnhofes beträgt 131 m, diejenige an den Strafsen 238 m. Das Bahnhofsgebäude bildet ein Rechteck. Die Gleise liegen 12 m unter Strafsenoberkante und das Gebäude hat drei Stockwerke. Seine Mauern erheben sich bis zu 18,3 m über Strafsenoberkante mit Ausnahme der Mitte des Gebäudes, wo das Dach der grofsen Wartehalle eine Höhe von 46 m hat, und der von der VIII. Avenue und der 33. Strafse gebildeten Ecke, an der sich ein Flügel von vier Stockwerken für die Dienst- und Verwaltungs-Räume befindet. Das Aeufsere des Gebäudes zeigt eine dorische Säulenhalle von 10,7 m Höhe. Obgleich das Gebäude im Vergleiche zu seinen Nachbarn, den sogenannten Wolkenkratzern, niedrig zu nennen ist, wirkt es doch durch seine gewaltige Masse.

Das Dach der Wartehalle, die sich mit ihren acht halb kreisförmigen Bogen von 22 m Durchmesser über die umliegenden Gebäulichkeiten hinaus erhebt, steigert das Bild des Bauwerkes und der Umgebung. Im äufsern gleicht dieser Bahnhof kaum der herkömmlichen Bauart der Bahnhofsgebäude. Er hat weder Türme noch Bahnsteighallen mit hoch gewölbten Dächern, sondern sieht einem grofsen Versammlungssaale ähnlich.

Der Haupteingang befindet sich in der Mitte des Gebäudes und ist nur für Fufsgänger bestimmt. Von der Strafse gelangt man auf einer Treppe zu einer Bogenhalle, welche 68,5 m lang und 13,7 m breit ist. An den Seiten dieser Halle befinden sich Läden, in denen man vor allem die für die Reise nötigen Gegenstände kaufen kann. Ferner sind an beiden Längsseiten in der Nähe der VII. Avenue Läden untergebracht. An der dem Haupteingange gegenüber liegenden Seite der Bogenhalle befinden sich Erfrischungsraum, Speisezimmer und das Kaffee mit Küchen und Räumen für die Bedienung. Hieran schliefsen sich die grofse Wartehalle und der Hauptquerbahnsteig.

Alle diese Räume sind durch bequeme Treppen leicht zu erreichen. An den Ecken der 31. und 33. Strafse und der VII. Avenue liegen offene Hallen, in denen sich die dem Wagenverkehre dienenden Zu- und Abfahrstrafsen befinden. Diese gehen mit sanftem Gefälle von der VII. Avenue aus zu den Bahnsteigen. Die Einfahrt liegt an der 31. Strafse und die Ausfahrt an der 33., so gelangen die in Wagen ankommenden Fahrgäste in unmittelbare Nähe der Hauptwartehalle.

Aufser durch den Haupteingang gelangt man von den Strafsen noch durch verschiedene andere Eingänge zur Hauptwartehalle und zum Querbahnsteige.

Die Wartehalle liegt mit 97,5 m Länge, 33,5 m Breite und 45,7 m Höhe in der Mitte des Gebäudes. In ihr sind die Fahrkartenschalter, die Gepäckräume und die Telegraphen- und Telephondienst-Räume so angeordnet, dafs der Verkehr sich ohne Störung abwickeln läfst und für die Fahrgäste unnötige Wege vermieden werden. An die Hauptwartehalle grenzen im Westen zwei Nebenräume von 30,5 m Länge und 17,7 m Breite, welche mit Sitzen versehen sind, und in deren Nähe sich Waschräume befinden. Im Osten der Hauptwartehalle nimmt die 137 m lange Gepäckabfertigung den Raum ein, der in dem darüber liegenden Stockwerke die Säulenhalle und die Erfrischungsräume enthält. Die Gepäckstücke werden durch einen besondern unterirdischen Gang von 9,15 m Weite zu- und abgeführt. Letzterer führt unter der 31. Strafse und der VII. und VIII. Avenue entlang. Von dem Gepäckraume werden die Gepäckstücke durch Triebwagen und Fahrstühle nach den unten liegenden Gleisen befördert. Die Halteplätze für die Droschken liegen auch in diesem Stockwerke. Für die verschiedenen Bedürfnisse der Reisenden stehen elektrische Triebwagen in ausreichender Zahl zur Verfügung. Entlang der Hauptwartehalle und mit dieser durch einen breiten Gang verbunden, liegt der Hauptquerbahnsteig von 30 m Breite. Er erstreckt sich quer über den ganzen Bahnhof und geht bis unter die benachbarten Strafsen. Er bildet die Eingangshalle zu den unter ihm liegenden Bahnsteigen, zu denen von ihm je zwei Treppen hinunterführen. Zum Hauptbahnsteige gelangt man ferner unmittelbar von der 31. und 33. Strafse und der VIII. Avenue.

Die Abschlufstüren der Treppen am Hauptbahnsteige tragen Schilder mit der Bezeichnung der durch sie zugänglichen Linien.

Zwischen dem Hauptquerbahnsteige und den Gleisen liegt ein Hülfsquerbahnsteig von 18,3 m Breite, der nur als Ausgang dient und durch grofse Treppen mit der 31., 33. und 34. Strafse und der VIII. Avenue verbunden ist. Zahlreiche weite Ein- und Ausgänge führen nach der VII. und VIII. Avenue und der 33. Strafse, damit man unmittelbar nach den angrenzenden Unterpflasterbahnhöfen und den durch die benachbarten Strafsen führenden Bahnen gelangen kann.

Im Innern des Bahnhofes, der eine Fläche von 10 ha bedeckt, liegen 25,7 km Gleis. Sie sind so reichlich bemessen, dafs die tägliche Abfertigung von mehreren Hunderten von Zügen ohne Schwierigkeit möglich sein wird.

Der Bahnhofsplan mit seinen zahlreichen Ein- und Ausgängen, welche unabhängig von einander sind und die abfahrenden und ankommenden Reisenden völlig getrennt halten, ist von dem Gesichtspunkte aus entworfen, einen schnellen und ununterbrochenen Verkehr zu ermöglichen. Die Verbindung des Bahnhofes auf seinen vier Seiten mit den Strafsen gibt der ganzen Anlage eine Anpassungsfähigkeit an den Verkehr, wie sie sich selten in einem Gebäude von ähnlichen gewaltigen Abmessungen ermöglichen lassen wird.

H—t.

Die neuen Güterschuppen der Missouri Pacific-Bahn in Kansas.

(Railroad Gazette 1906, September, Band XLI, S. 265.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXIII.

Die Missouri Pacific-Bahn vergröfsert und ändert seit einiger Zeit ihre Bahnhofsanlagen in Kansas, Missouri. Gegenwärtig werden auf dem im Stadtteile West Bottoms liegenden Güterbahnhofe neue Güterschuppen gebaut, ein Versand- und ein Empfang-Schuppen.

Der Versandschuppen ist 10,97 m breit und 365,76 m lang, der Empfangschuppen 14,63 m breit und 182,88 m lang. Der Lichtabstand der Ladebühnen der beiden Schuppen beträgt 29,26 m. Zwischen den Schuppen befindet sich eine mit einem Schirmdache überdeckte Umladebühne von 3,66 m Breite und 365,76 m Länge. Zwischen dieser Umladebühne und dem Versandschuppen liegen vier, zwischen ihr und dem Empfangschuppen drei Gleise. Beide Schuppen haben Betongründung und bestehen aus Ziegeln und Eisen mit Verzierungen aus gebrannten Tonformen. Das vordere Ende jedes Gebäudes ist auf 60,96 m Länge zwei Stock hoch. Die Dachdeckung dieser Teile besteht aus Ziegeln, die der übrigen Teile aus Teer und Kies. Jeder Schuppen hat an der Gleisseite eine 1,83 m breite Ladebühne mit einem 2,13 m breiten Vordache und an der Strafsenseite ein 3,66 m breites Vordach. Im Dienstgebäude des Versandschuppens befinden sich die Dienstzimmer für den Vorsteher, den Bahnmeister, den Lademeister und den Schirrmeister und die Räume für die Fernschreiber. Die Güterabfertigung befindet sich im zweiten Stocke des Empfangschuppens mit Schränken und Aufenthaltsräumen und der Fernsprech-Hauptstelle der Missouri Pacific-Bahn. Der Versandschuppen enthält 22, der Empfangschuppen 7 Wägevorrichtungen. Räume für Kohlen und Öl sind vorgesehen. Die Gebäude erhalten Dampfheizung und elektrische Beleuchtung.

Südlich vom Empfangschuppen befinden sich zwei Ladestrafsen von 12,80 und 11,28 m Breite; zwischen ihnen liegen zwei Gleise. Diese Ladestrafsen haben eine 15 cm starke Betonunterlage, welche mit einer Rollschicht aus Klinkern auf einer 4 cm hohen Sandschicht überdeckt ist. Am westlichen Ende dieser Ladestrafsen befindet sich ein elektrisch betriebener Gerüstkran von 22,7 t Tragfähigkeit mit einem Laufwege von 60,96 m Länge.

B—s.

Maschine zum Einwalzen der Sprengringe in Radreifen.

(Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1. Januar 1907, S. 14.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 10 und 11, Taf. XXIV.

Die Befestigung der Sprengringe in den Radreifen erfolgt meist durch Einhämmern in die Sprengringnuten von Hand oder mit Luft-Hämmern. Das hierdurch entstehende Geräusch und die Erschütterungen wirken im Werkstättenbetriebe unangenehm und nachteilig. Für die Lokomotivwerkstätte in Opladen hat daher die Bauanstalt Breuer, Schumacher & Co. in Kalk unter Mitwirkung des Geheimen Baurat Meyer in Elberfeld eine Maschine gebaut, auf der die Sprengringe unter Anwendung kegelförmiger Walzen befestigt werden. Die Maschine besteht aus einem kräftigen Gestelle, in dem oben zwei Walzenachsen mit auswechselbaren Walzen über einander gelagert sind, und das vorn mit einer kräftigen Sohlplatte verschraubt ist, auf der sich in drei Schlitzen die Stützrollen für das zu bearbeitende Rad befinden. Die aus poliertem Hartgusse hergestellte Oberwalze ist am vordern Ende senkrecht verstellbar und entsprechend der schrägen Anwalzung des schmalen Streifens über dem eingesetzten Sprengringe kegelförmig. Der Antrieb der Walzen erfolgt mittels Riemenscheiben, Schnecken- und Stirn-Rädern, die Verstellung der Oberwalze durch ein Reibungs-Kehrgetriebe und ein unten gelagertes Schneckengetriebe mit Schraubenspindel. Je nach Einstellung des Reibungsgetriebes mittels des Handhebels wird die Oberwalze während des Anwalzens gesenkt oder gehoben. Das Abheben erfolgt durch ein kleineres Riemenscheibenpaar rascher. Das Einwalzen eines Sprengringes einschliefslich der Zeit für Auf- und Abbringen des Achssatzes nimmt je nach dem Raddurchmesser 8 bis 10 Minuten in Anspruch. Für den Antrieb sind etwa 10 P.S. erforderlich. Die Arbeit geht geräuschlos und ohne Erschütterungen vor sich.

W—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Timmis' Rauch- und Funken-Verminderer für Lokomotiven.

(Railroad Gazette 1907, Januar, S. 110. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 11 auf Taf. XXI.

Mit der in den Abb. 6 bis 11 auf Taf. XXI dargestellten, von Major I. A. Timmis entworfenen Vorrichtung zur Verminderung des Rauches und Funkenauswurfes der Lokomotiven wurden kürzlich in England erfolgreiche Versuche angestellt. Bei dieser Vorrichtung wird Luft von der vordern nach der hintern Seite der Feuerkiste unmittelbar unterhalb des Feuergewölbes getrieben. Wie die Abb. 8 und 9, Taf. XXI zeigen, tritt die Luft zunächst in ein mit feuerfestem Stoffe bekleidetes Gufsstück C und aus diesem durch einen 5 ^{mm} breiten Spalt in der Breite der Feuerkiste unter dem Feuergewölbe her nach hinten. Durch den Einbau des Gufsstückes nebst Bekleidung wird der Rost um 280 ^{mm} verkürzt, doch soll die hierdurch bewirkte Verkleinerung der Rostfläche durch die Verbesserung der Verbrennung mehr als ausgeglichen werden. Die Luft wird durch das Rohr H in die Kammer C unter solchem Drucke eingeblasen, dafs sie etwas kräftiger durch das Feuer strömt, als unter dem Einflusse des Blasrohres.

Für die Zuführung der Prefsluft dient ein durch eine dreipferdige de Laval-Dampfturbine unmittelbar angetriebenes Gebläse, welches ebenso wie die Turbine unter dem Laufbleche der Lokomotive liegt. (Abb. 6 und 7, Taf. XXI.) Wie Abb. 8, Taf. XXI zeigt, ist das Luftrohr H durch den Aschkasten geführt; vorzuziehen wäre es vielleicht, das Rohr in der in Abb. 10, Taf. XXI dargestellten Weise einzuführen.

Der unter dem Feuergewölbe hinstreichende Luftschleier ist beim Eintritt in den Verbrennungsraum hoch erhitzt, und deshalb imstande, eine möglichst vollständige Verbrennung der Gase und der weifsglühenden Teile des Heizstoffes, mit denen sie in Berührung kommt, wirksam zu unterstützen. Aufserdem



dient die Luft der Erhaltung des Feuergewölbes, indem sie diesem Wärme entzieht, gleichzeitig aber einen Teil davon den Heizrohren zuführt.

Als Vorteile der Vorrichtung werden angeführt: Schutz der Rohrwand, Erhöhung der Dauer der Feuerbrücke, Rauchverhütung, Heizstoffersparnis und Verringerung des Rückdruckes in den Zylindern. —k.

Spurpfanne für Wagendrehgestelle

(Engineering 1907, März, S. 335. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 und 13 auf Tafel XXIV.

Die in den Abb. 12 und 13, Taf. XXIV dargestellte Spurpfanne ist bei den dreiachsigen Drehgestellen der Saalwagen eines in den Werkstätten der Bombay, Baroda and Central India Railway gebauten englischen Hofzuges verwendet, der auf indischen Bahnen von 1 m Spurweite verkehren soll. —k.

30 Jahre Betrieb mit Verbundlokomotiven.

(Engineer, 14. September 1906, S. 259. Mit Abb.)

Am 3. Juli 1876 lief die erste Verbundlokomotive zum ersten Male von Bayonne nach Biarritz. Trotz dieser nun dreifsigjährigen Verwendung der Verbundwirkung sind heute noch die Ansichten über den Nutzen zweistufiger Dampfdehnung bei Lokomotiven geteilt.

Der Gedanke, den Dampf nach Woolfschem Beispiele zweistufig arbeiten zu lassen, stammt aus dem Jahre 1874 von Anatole Mallet, einem Schweizer. Die erste Nutzanwendung zog, wie gezeigt, Frankreich; die weitere Entwickelung jedoch verdankt man den russischen Bahnen. In Deutschland führte von Borries, angeregt durch die Fahrten auf der Strecke Bayonne—Biarritz, die Verbundlokomotive ein. Die ersten Drei-Zylinder-Verbund-Lokomotiven stammen aus dem Jahre 1881.

Die Verbund-Anordnung mit vor einander liegenden Zylindern hat wegen der äufserst ungünstigen Massenverteilung nur kurze Zeit Verwendung gefunden.

Die Vier-Zylinder-Verbund-Lokomotiven mit um 90° versetzten Kurbeln stammt nachweisbar aus Indien, wo im Jahre 1884 gelegentlich des Umbaues einer alten Zwei-Zylinder-Lokomotive vier Zylinder für zweistufige Dampfdehnung eingebaut wurden.

In England hat sich Webb besondere Verdienste um die Einführung der Verbundlokomotiven erworben.

Die erste Lokomotive nach Mallet ist bildlich dargestellt; sie ist von Schneider in Creuzot erbaut, und ergab eine Kohlenersparnis von 20 %.

Den Grund für die Verschiedenheit in den Ansichten über den Nutzen der Verbundwirkung sieht der Verfasser des Aufsatzes in der Bedingung, die eine Lokomotive für zweifache Dampfdehnung unbedingt erfüllen mufs: »dafs nämlich alle Abmessungen im Hinblicke auf die Verbundwirkung peinlichst genau einander entsprechend gewählt sein müssen«. Nur unter dieser Bedingung kann man von zweifacher Dampfdehnung Nutzen erwarten. Mallet traf gleich bei seinem ersten Entwurfe das richtige Verhältnis der Zylinder-Inhalte und die entsprechende Kesselspannung. P—f.

3/5 gekuppelte 1.C.1-Vierzylinder-Verbundlokomotive der österreichischen Staatsbahnen.

(Engineering 17. November 1906, Seite 673. Mit Abb.)

Die zur Beförderung von Schnellzügen auf starken Steigungen bestimmte Lokomotive ist nach einem Entwurfe der Staatsbahn von der Lokomotivbauanstalt Florisdorf gebaut. Eine Lokomotive dieser Gattung war in Mailand*) ausgestellt. Sie hat eine vordere und eine hintere Laufachse, die sich nach einem Kreisbogen im Rahmen verschieben können, wie Adamachsen, ohne jedoch deren Rückstellvorrichtung zu besitzen. Von den drei gekuppelten Achsen wird die mittlere von allen vier Zylindern angetrieben, die alle in einer Ebene gegen die Wagerechte geneigt angeordnet sind. Jeder Zylinder bildet mit seinem Schieberkasten ein Gufsstück für sich. Die Lokomotive hat Flachschieber und ist mit der Gölsdorf'schen Anfahrvorrichtung ausgerüstet. Die Heusinger-Steuerung wirkt unmittelbar auf die aufsen liegenden Niederdruckschieber und mittels Übertragungshebels auf die innen liegenden Hochdruckschieber.

Die Lokomotive hat bei Versuchsfahrten einen Zug von 400 t Gewicht auf 10 $^0/_{00}$ Steigung mit 55 km/St. Geschwindigkeit befördert.

Die Hauptabmessungen sind:

Durchmesser der Hochdruckzylinder d	370	mm
» » Niederdruckzylinder d_1	630	»
Kolbenhub h	720	»
Triebraddurchmesser D	1820	»
Laufraddurchmesser	1035	»
Heizrohre, Anzahl	282	
» Länge zwischen den Rohrwänden	5200	mm
» äufserer Durchmesser	53	»
Heizfläche in der Feuerbüchse	13,70	qm
» » den Heizrohren	244,15	»
» im ganzen H	257,85	»
Rostfläche R	4,0	»
Dampfüberdruck p	15	»
Reibungsgewicht L_1	42,9	t
Ganzes Gewicht der Lokomotive L	68,9	t
Dienstgewicht des dreiachsigen Tenders	39	t
Wasserinhalt	16,75	cbm
Kohlenvorrat	8,5	t

D—r.

Die Harthölzer Westaustraliens.

(Engineering 1907, Januar, S. 35. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 und 9 auf Taf. XXIV.

Die Verwaltung der westaustralischen Eisenbahnen hat über 16000 Festigkeitsproben mit westaustralischen Harthölzern ausgeführt. Grüne und trockene Stämme bis zu 1,2 m Durchmesser wurden an allen Stellen untersucht. Im ganzen wurden ungefähr 7700 m Holz dazu verwendet.

Bei allen Proben wurde der Feuchtigkeitsgehalt des Probe-

*) Organ 1907, S. 54, Abb. 19, Taf. XV.



stückes festgestellt. Dies geschah in der Weise, dafs 11 mm starke Scheiben, welche möglichst nahe dem Bruche herausgeschnitten waren, gewogen und dann in einem Wasserofen vier Stunden lang einer unveränderlichen Wärme von 116° ausgesetzt wurden, worauf durch Wägen der Verlust festgestellt wurde.

Um die äufserste innerhalb der Elastizitätsgrenze liegende Festigkeit der verschiedenen Hölzer zu ermitteln, wurden folgende Proben vorgenommen: 1. Biegeproben, bei denen das Holz als Balken auf zwei Stützen in der Mitte belastet wurde. 2. Zugproben. 3. Hirnholz-Druckproben. 4. Druckproben quer zur Faser. 5. Abscherproben längs der Faser. 6. Härteproben, bei welchen der Eindringungswiderstand unter ruhender und stofsweiser Belastung bestimmt wurde. 7. Scheideproben zur Bestimmung des Widerstandes gegen Spalten und Zertrümmern bei wiederholten Schlägen auf das Hirnholz. Auch wurde die Kraft ermittelt, mit der die verschiedenen Hölzer, grüne und trockene, die Eisenbahn-Schwellennägel festhalten, und zwar neu eingetriebene und solche, welche eine verschiedene Anzahl von Jahren an Ort und Stelle waren. Keine Proben scheinen gemacht zu sein auf Abscheren quer zur Faser; vielleicht ist die Probe auf Druck quer zur Faser für ausreichend erachtet.

Diese Proben auf Druck quer zur Faser wurden auf zwei Arten ausgeführt: 1. an Probestücken von quadratischem Querschnitte, deren Länge doppelt so grofs war wie ihre Breite und bei denen die Last über eine ganze Seitenfläche verteilt war, 2. an Probestücken von quadratischem Querschnitte, deren Länge viermal so grofs war, wie ihre Breite, und bei denen die Last durch eine quadratische Stahlplatte von 10 cm Seitenlänge übertragen wurde. Die Platte lag auf der einen Seitenfläche, die gegenüberliegende Seitenfläche war ganz unterstützt.

Der gröfsere Teil der Proben wurde mit einer Maschine von 40,6 t Kraft ausgeführt. Mit dieser Maschine war eine Vorrichtung zur selbsttätigen Aufzeichnung der Spannkräfte verbunden. Eine kleine Maschine von 8,1 t diente zur Ausführung von leichteren Proben und zur Feststellung der Kraft, mit der die Schwellennägel festgehalten wurden. Bei langen Stäben wurde die seitliche Formänderung durch eine besondere Vorrichtung selbsttätig aufgezeichnet. Dies geschah zum Teil, um die Richtung der Bewegung in Bezug auf die Jahresringe des Holzes zu ermitteln. Das Verhältnis der Länge zur kleinsten Breite wechselte zwischen 2 : 1 und 36 : 1, und man fand, dafs, wie schon durch frühere Versuche festgestellt, bis zum Verhältnisse von 12 : 1 die Hirnholz-Druckfestigkeit bei allen Hölzern unveränderlich war und die Probestücke immer durch Druck zertrümmert wurden. Auch wurde gefunden, dafs in allen Fällen die Elastizitätszahl für Druck geringer war, als die für Biegung und Zug.

Nach der beobachteten Richtung der Seitenbewegung der Probestücke bei Hirnholzdruck scheint die Linie des kleinsten Widerstandes in der Richtung der Jahresringe zu liegen, und bei unmittelbarer Zertrümmerung der Bruch bei einem Abscherwinkel von ungefähr 45° immer in der Richtung dieser Ringe zu erfolgen.

Die zu den Zugproben verwendeten Probestücke hatten 2,5 cm Durchmesser. Die Durchschnittsbelastung betrug 1,27 t in der Minute. Bei den Proben auf Biegung wurden die Lasten so gewählt, dafs gleichförmige, von der Spannweite abhängige Durchbiegungen erzielt wurden. Für eine Spannweite von 1,5 m war die Durchbiegung 6,4 mm in der Minute.

Bei den Proben auf Scherfestigkeit in der Faserrichtung wurden die beiden in Abb. 8 und 9, Taf. XXIV dargestellten Vorrichtungen angewendet. Bei der in Abb. 8 dargestellten Vorrichtung greift die Last mittels zweier Flacheisen an, welche den Zug durch einen Splint und eine Ausgleichplatte übertragen. Splint und Ausgleichplatte stecken in einem Loche des Probestückes. Die Ergebnisse der mit dieser Vorrichtung ausgeführten Proben sind, obgleich nur 0,75 der mit der andern erzielten, wahrscheinlich doch viel zuverlässiger, weil das Probestück nicht seitlich zusammengedrückt wird, wie bei der andern Vorrichtung.

Bei der Härteprüfung wurde mittels einer runden stählernen Stanze von 6,5 qcm Fläche eine Last auf Probestücke von 30,5 × 7,6 × 5,1 cm übertragen, und in dem Augenblicke, in welchem ein Eindringen von 1,3 mm erreicht war, wurde das Ergebnis durch eine besondere Vorrichtung selbsttätig verzeichnet. Andere Härteproben wurden ausgeführt durch Messen des Eindringens, welches durch ein 1,5 m fallendes Gewicht von 18 kg erzeugt wurde, wobei das Probestück auf einem 1 t schweren Ambofs lag.

Die Widerstandskraft gegen die zertrümmernde Wirkung wiederholter Schläge ist sehr verschieden und keineswegs immer am gröfsten bei dem Holze, welches die gröfsten Zug- und Druck-Kräfte aushält.

Besonders bemerkenswert ist das Yate-Holz, das stärkste von allen. Seine durchschnittliche Zugfestigkeit beträgt 1750 kg/qcm; in einem Falle wurde jedoch eine äufserste Zugfestigkeit von 2750 kg/qcm verzeichnet.

Viele der westaustralischen Hölzer sind aufserordentlich dauerhaft; die dauerhaftesten von ihnen sind vielleicht Jarrah- und Wandoo-Holz. Die Haftkraft der Schwellennägel in diesen beiden Hölzern ist ebenfalls sehr grofs, die von Wandoo-Holz gröfser, als die aller anderen. B—s.

Verbund-Lokomotiven der Bauart Mallet für die grofse Nordbahn.

(Railroad Gazette, 17. August 1906, S. 148.)

Die gröfsten Lokomotiven, die bisher von den Baldwin-Werken gebaut wurden, sind diese 2×3/4 gekuppelten 1.C.0-0.C.1 Verbund-Mallet-Lokomotiven mit Schlepptender. Die Lokomotiven zeigen gegenüber der in St. Louis ausgestellten 2×3/3 gekuppelten 0.C.0-0.C.0 Verbund-Mallet-Lokomotive gröfsere Zylinderabmessungen, gröfsere Heizfläche und gröfseres Gewicht.

Die Hauptabmessungen der Lokomotiven sind:

Zylinderdurchmesser, Hochdruck d	546,1 mm
« Niederdruck d_1	838,2 «
Hub h	812,8 «
Triebraddurchmesser D	1397 «
Kesseldurchmesser	2134 «

Dampfüberdruck p	14 at	Verhältnis $\frac{H}{L}$	3,26 qm/t
Rohre: Zahl	441	Zugkraft Z	27200 kg
« Durchmesser	57,2 mm	Verhältnis $\frac{Z}{H}$	51,8 kg/qm
« Länge	6400 «	« $\frac{Z}{L}$	169 kg/t
Heizfläche H	525,6 qm	« $\frac{Z}{L_1}$	190 «
Rostfläche R	7,24 «		
Ganzes Gewicht L	161 t		
Reibungsgewicht L_1	143,33 t		
Verhältnis $\frac{H}{R}$	72,3		

Ru.

Signalwesen.

Der Blockstab von Webb und Thompson in seiner neuesten Form.

(Schweizerische Bauzeitung 1907, Januar, Band IL, S. 50. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 8 auf Taf. XXVI.

Bei der Sicherung eingleisiger Strecken durch den Blockstab wird für jede Zugrichtung ein Stab ausgegeben; ein Zug darf nur dann in die Strecke einfahren, wenn sein Lokomotivführer diesen Stab besitzt. Eine von Webb und Thompson*) angegebene Blockstabeinrichtung besteht aus einer Säule, in welcher ein Schlitz zur Aufnahme der 15 bis 18 übereinander gelagerten Blockstäbe angeordnet ist (Abb. 2 und 3, Taf. XXVI). Der Schlitz mündet in eine kreisförmige Öffnung, durch welche der Stab in die Säule eingebracht oder aus ihr entnommen werden kann, nachdem er durch die im Säulenkopfe angebrachten Verschlüsse hindurchgegangen ist. An der Vorderseite des Säulenkopfes ist ein Stromzeiger angebracht. Links befindet sich ein Schalter, dessen Zeiger auf die Inschriften: 1. »Stab eingelegt«, 2. »Stab für Richtung ➤ entnommen«, 3. »Stab für Richtung ◄ entnommen« gedreht werden kann. Die Achse dieses Zeigers trägt innen einen Knaggen, der auf einen Stromöffner wirkt, und zwar so, dafs bei kräftigem Verschieben des Zeigers nach rechts oder links die Leitung zwischen den beiden Stationen unterbrochen wird, aber nur solange als der Wärter der andern Station seine Blocktaste niederdrückt. Läfst er die Taste los, so geht der Zeiger etwas nach der Mittellinie hin und überdeckt die eine oder andere Inschrift. Rechts ragt die Blocktaste hervor.

Der Stab (Abb. 4, Taf. XXVI) ist mit vier Wulsten versehen, welche auf die Verschlufshebel einwirken. Aufserdem hat er zwei je nach den Blockabschnitten an verschiedenen Stellen angebrachte Verdickungen von etwas kleinerm Durchmesser, welche verhindern, dafs der Stab in ein dem betreffenden Blockabschnitte nicht angehörendes Stabwerk eingeführt wird.

Der Säulenkopf enthält fünf auf einer Achse sitzende Scheiben. Die Mantelflächen der Scheiben haben vier Einkerbungen, welche je 90° auseinander stehen und in die die dünneren Stellen des Stabes fassen, wenn er eingeführt oder herausgenommen wird. Hierbei werden die Scheiben um 90° gedreht. Die Wulste des Stabes kommen zwischen die Scheiben zu liegen; ebenfalls zwischen den letzteren sind die Sperrhebel um S (Abb. 6, Taf. XXVI) drehbar angeordnet, und zwar so, dafs ihre oberen wagerechten Arme jeweils in die oberste Einkerbung der zugehörigen Scheibe einfallen und somit eine Verriegelung der letztern bewirken.

*) Organ 1891, S. 131; 1893, S. 236; 1897, S. 47.

Die mittlere Scheibe hat die Form eines Kreuzes (Abb. 5, Taf. XXVI) und steht mit der elektromagnetischen Auslösevorrichtung in Verbindung (Abb. 5, Taf. XXVI), und zwar in der Weise, dafs sich die Schulter H am Ankerhebel Q bei einer Drehung der Scheibe in der Richtung des Uhrzeigers sperrend an einen Arm des Kreuzes legt. In Abb. 6, Taf. XXVI ist die »Kreuzscheibe« durch die beiden ihr vorgelegten Scheiben verdeckt. Der Elektromagnet hat zwei Spulenpaare, von denen das eine Strom von einer Ortzellenreihe, das andere Strom von der andern Blockstelle erhält. Am Ankerhebel sitzt ein Zapfen J, welcher in den Schlitz b des Hebels M G F eingreift, wodurch der Ankerhebel festgehalten wird. Beim Herausbewegen des Stabes wird der Schweif F gehoben, der Hebelarm M drückt gegen den Schweif N des um die Achse S drehbaren Elektromagnetträgers P und hebt letztern empor. Sind beide Spulenpaare des Elektromagneten von Strömen gleicher Richtung durchflossen, so nimmt das Polstück V den Anker Q mit in die Höhe, und die Schulter H gibt den Kreuzarm frei, sonst bleibt sie in Eingriff mit dem Kreuzarme, und der Zapfen J fängt sich im Schlitze a des Hebels M G F. Wird ein Stab in den Säulenkopf eingeführt, so trifft er das zugeschärfte Ende des Schweifes F und hebt den Hebel M G F so hoch, dafs der Zapfen J frei wird und die Sperrscheibe sich in der Richtung entgegen dem Uhrzeiger dreht.

Eine andere Sperre verhütet, dafs das Werk durch etwas anderes als die eigenartig gestalteten Stäbe in Gang gesetzt werden kann; sie wird nur durch die Stäbe selbst beseitigt.

In dem Werke befinden sich fünf Schliefshebel 1 bis 5 (Abb. 7, Taf. XXVI). Die Schliefshebel 1 und 2 werden durch einen am Hebel M G F (Abb. 6, Taf. XXVI) bei K eingelenkten, um die Achse Y drehbaren Reiber L, der Hebel 3 unmittelbar durch einen auf der Achse der Blocktaste sitzenden Reiber betätigt. Die Hebel 4 und 5 werden durch einen Hebel betätigt, welcher durch zwei einander gegenüber liegende Erhöhungen auf der Mantelfläche einer der fünf Scheiben beeinflufst wird.

Die Vorgänge für eine Zugfahrt von A nach B sind folgende:

A läutet in B vor durch Niederdrücken der auf Hebel 3 wirkenden Blocktaste und schliefst dadurch folgenden Stromkreis der Linienzellenreihe B_1: + Pol, 3, 2, P, Stromzeiger G, 5,

Leitung L, 5', G', P', 2', 3', Glocke W', 4', Erde, 4, — Pol. B erwidert das Signal, A sendet das Anmeldesignal. Falls die Strecke frei ist, gibt B das Zustimmungsignal. A verlangt durch Glockensignal den Stab. B erwidert das Signal und drückt die auf Hebel 3' wirkende Blocktaste bleibend nieder. A bemerkt die Ablenkung seines Stromzeigers und hebt den Stab in den Säulenkopf. Die Schliefshebel 1 und 2 werden umgeschaltet und schliefsen die Ortzellenreihe B_2, deren Strom wie folgt läuft: + Pol, 1, Ortswickelung H des Verschlufselektromagneten, — Pol. Der + Strom tritt also von links in H ein. Die Bedienung der Blocktaste in B schliefst folgenden Stromkreis der Linienzellenreihe B'_1: + Pol, 3', 2', P', G', 5', L, 5, G, P, 2, von links in die Wickelung J des Elektromagneten, 4, E, E', 4', — Pol. A kann den Stab aus dem Säulenkopfe herausheben. Dadurch werden die fünf Scheiben um 90° gedreht, wodurch die Schliefshebel 4 und 5 umgeschaltet werden. A drückt hierauf den linken Schalter kräftig zur Seite, wodurch die Leitung bei P unterbrochen wird und die Zeiger von G und G' auf 0 zurückkehren. B beachtet dieses Signal, läfst die Blocktaste los und dreht den Schalter auf »Stab entnommen«. Der Verschlufselektromagnet in A hat schon beim Umschalten der Hebel 4 und 5 seinen Anker losgelassen, da jetzt der von B entsandte + Strom von rechts in J eintritt, folglich dem Strome der Ortzellenreihe B_2 in H entgegenwirkt, also kann nur in A ein Stab entnommen werden. A übergibt den Stab dem Lokomotivführer und gibt das Abfahrsignal. Solange der Zug sich auf der Strecke befindet, kann weder in A noch in B ein Stab aus dem Werke herausgenommen werden. Bei der Ankunft des Zuges in B übergibt der Lokomotivführer den Stab dem Stationsvorstande und dieser führt ihn in den Kopf des Werkes ein. Dadurch drehen sich die fünf Scheiben gegen den Uhrzeiger, und die Schliefshebel 4 und 5 werden umgeschaltet. Nach dem Einbringen des Stabes wird der linke Schalter auf »Stab eingelegt« gedreht und das Ankunftsignal nach A gesandt. A erwidert dieses und stellt den Schalter auf »Stab eingelegt«. Jetzt kann von neuem ein Stab auf einer der Blockstellen freigegeben werden.

An Stelle der Linienzellenreihe B_1 wird häufig ein Stromgeber verwendet.

Die Werke werden meist mit einem Fernsprecher ausgerüstet. Zu diesem Zwecke wird vom Drehpunkte des Schliefshebels 5 eine Abzweigung nach der zweiten Wickelung II der Übertragerrolle, an welche sich das Hörrohr anschliefst, hergestellt (Abb. 8, Taf. XXVI). Das Hörrohr ist somit beständig an die Linie angeschlossen, so dafs ein Teil des abgehenden Stromes über 5, II, T zur Erde gelangt; ebenso teilt sich der ankommende Strom zwischen II, T einerseits und G, W (Abb. 7, Taf. XXVI) anderseits. Auf die Deutlichkeit der Gesprächsübertragung hat dies keinen Einflufs, da wegen der hohen Selbsterregung der Glocke nur ein kleiner Teil der Fernsprecherströme durch W hindurchgeht.

Soll ein Zug eine Blockstelle ohne anzuhalten durchfahren, so sind besondere Einrichtungen anzubringen, welche am Anfange des Stationsbereiches das Einwerfen des Stabes in eine Art Tasche, am Ende das Herausziehen aus einem Ständer gestatten. B—s.

Neue Schaltung für Morse-Leitungen.

(Elektrotechnische Zeitschrift 1907, Heft 9, Februar, S. 202. Mit Abb.; Electrical Review 1907, Band 50, S. 45. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 9 auf Tafel XXVI.

Um den ungünstigen Einflufs von Stromverlusten, wie sie bei feuchtem Wetter in Morse-Arbeitstrom-Leitungen eintreten, auf die Telegraphiergeschwindigkeit und die Schärfe der Zeichengebung entgegenzuwirken, wendet Stephen D. Field die in Abb. 9, Taf. XXVI dargestellte Schaltung an. A ist die zweite, B die erste Wickelung einer starken Induktionspule, D ein Aufspanner, C die Taste, E ein Umschalter, der zur Schliefsung des Stromkreises dient, wenn nicht gearbeitet wird. B und D haben den Zweck, den bei Öffnung des Tasten-Stromschliefsers bei der Zeichengebung auftretenden Rückstrom aufzunehmen. Wird der Strom bei dem nächsten Zeichen wieder geschlossen, so entlädt sich der Aufspanner, der Entlastungstrom durchläuft B und wirkt erregend auf die Wickelung A, die daher einen Strom in die Leitung sendet. Dieser unterstützt den Arbeitstrom und ermöglicht das Telegraphieren mit voller Geschwindigkeit auch unter sehr ungünstigen Verhältnissen. —k.

Aufsergewöhnliche Eisenbahnen.

Das Stadtbahnnetz von Neu-York.

(Railroad Gazette 1907, Januar, XLII, S. 22. Mit Plan.)

Hierzu Plan Abb. 1 auf Tafel XXVI.

An der Hand des Planes Abb. 1, Taf. XXVI werden in einem ausführlichen Berichte die bestehenden und geplanten Schnellbahn-Linien in Neu-York erläutert.

Bei den bestehenden Bahnen überwiegen die Hochbahnen (Elevated Nr. 21 bis 24, Abb. 1, Taf. XXVI) die Untergrundbahnen an Länge und Bedeutung ganz beträchtlich. Die neuen Linien sind dagegen ausnahmslos als zwei- und viergleisige Untergrundbahnen geplant, und zwar in so grofsem Umfange, dafs nach Fertigstellung das Verhältnis umgekehrt sein wird.

Der Linienführung nach sind zu unterscheiden:

1. Längslinien (Nr. 1 bis 5, Abb. 1, Taf. XXVI), die mit den als Avenue bezeichneten Strafsenzügen der Längsausdehnung der Manhattan-Insel gleichlaufend zum Teil von der Südwestspitze, dem Battery-Park, bis zum nordöstlichen Stadtteile Bronx zur Ausführung kommen sollen.

2. Querlinien (Nr. 6 bis 10, Abb. 1, Taf. XXVI), die im Anschlusse an Tunnel und Dampffähren den Verkehr zwischen dem Hudson- und dem East-River und den anliegenden Stadtteilen vermitteln sollen.

Im Betriebe und nahezu fertig gestellt sind bisher unter dem Hudson die zweigleisigen Tunnel der Pennsylvania-Bahn

(Nr. 29, Abb. 1, Taf. XXVI) und der Hudson-Gesellschaft (Nr. 26, Abb. 1, Taf. XXVI). Letztere Gesellschaft plant einen zweiten Tunnelbau (Nr. 27, Abb. 1, Taf. XXVI). Ein weiterer Entwurf für die Untertunnelung des Hudson (Nr. 28, Abb. 1, Taf. XXVI) ist ebenfalls bereits zur Ausführung genehmigt.

Unter dem East-River ist ein Tunnel im Betriebe zwischen Brooklyn und dem Battery-Park (Nr. 20 E, Abb. 1, Taf. XXVI). Zwei weitere Bauten werden von der Pennsylvania-Bahn (Nr. 29, Abb. 1, Taf. XXVI) und der Stadt unter dem Namen Belmont-Tunnel (Nr. 25, Abb. 1, Taf. XXVI) zur Zeit ausgeführt und nähern sich der Vollendung. Im Entwurfe genehmigt sind noch vier weitere Bauwerke Nr. 6 A, 9 A_1, 9 E_1 und 9 E, Abb. 1, Taf. XXVI.

Während zur Überbrückung des Hudson bislang nur Entwürfe vorliegen, ist der East-River bereits an drei Stellen durch die Brooklyn- (Nr. 30, Abb. 1, Taf. XXVI), Williamsburg- (Nr. 32, Abb. 1, Taf. XXVI) und Blackwell-Island- (Nr. 33, Abb. 1, Taf. XXVI) Brücken überspannt. Die Vorarbeiten für ein viertes Bauwerk, die Manhattan-Brücke (Nr. 31, Abb. 1, Taf. XXVI) sind genehmigt; die Bauausführung ist aber noch nicht begonnen. O—n.

Technische Litteratur.

Grundzüge des Betriebsdienstes auf den preufsisch-hessischen Staatsbahnen. Ein Leitfaden für Anwärter und Beamte des Betriebsdienstes, von R. Struck, Regierungs- und Baurat. Berlin 1907, R. Oldenbourg. Preis 3 M.

Die Aufgabe, die sich der Verfasser gestellt hat, ist ungemein schwierig, zumal nur wenige geeignete Bücher vorliegen, die ihm als Anhalt für die Bearbeitung des umfangreichen Stoffes hätten dienen können.

Es sei vorweg bemerkt, dafs die Aufgabe in trefflichster Weise und mit grofsem Geschick gelöst ist. Der Verfasser erörtert die Forderungen, die der Natur des Eisenbahnbetriebes entsprechend an die Bahnhöfe und an die freie Strecke zu stellen sind, und indem er die wichtigsten Eigentümlichkeiten des Eisenbahnbetriebes schildert, gelangt er zu leicht fafslichen Erklärungen der Gründe, die für die bauliche Gestaltung der Bahnanlagen und Betriebsmittel, der Betriebseinrichtungen und der Dienstvorschriften Anlafs gegeben haben. Dafs die Ausführungen aufserordentlich klar und für Jeden leicht verständlich sind, ist ein besonderer Vorzug des Buches, und es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs durch sie die baulichen und betrieblichen Einrichtungen leichter verständlich werden, als es durch das Studium der Vorschriften möglich ist; denn die Vorschriften müssen naturgemäfs kurz gefafst sein und können eine Angabe des Zweckes und die Begründung der einzelnen Bestimmungen nicht enthalten.

Besonders eingehend und übersichtlich geordnet sind die Vorschriften im Abschnitte IV über Abweichung von Plan und Regel, sowie aufsergewöhnliche Vorkommnisse. Hier sind wertvolle Kenntnisse und Erfahrungen aus dem Betriebsdienste niedergelegt. Auch die übrigen Abschnitte enthalten treffende Erläuterungen der bestehenden Einrichtungen und Vorschriften.

Abschnitt I behandelt Allgemeines, Begriffsbestimmungen, Einrichtungen, Abschnitt II den Verschiebedienst und Abschnitt III den Fahrdienst. Der Zeitpunkt ist für die Herausgabe des Buches insofern ungünstig gewählt, als durch die neuen Fahrplanvorschriften einige Änderungen darin notwendig werden. Bei einer Neubearbeitung werden dann auch einzelne Unstimmigkeiten beseitigt werden müssen. So ist beispielsweise im Signalbuche wohl für das 5a Signal, nicht aber für das 6a Signal (S. 109) weifses Rücklicht vorgeschrieben. Auch sind ihrer Zeit die zweifelderigen Blocke (S. 128) so eingerichtet worden, dafs nur geblockt werden konnte, wenn das Signal auf »Fahrt« und »Halt« gestellt war. Ferner hat es nach S. 143 den Anschein, als ob Fahrstrafsen-Gleichstromfelder lediglich durch Schienenstromschliefser und nicht auch durch Schlüsselstromschliefser entblockt werden.

Jedoch sind diese und noch einige andere Mängel, die der aufmerksame Leser finden wird, unerheblich im Vergleiche zu den Vorzügen des Werkes. Das Buch kann daher allen, für die der Eisenbahnbetriebsdienst Bedeutung hat, nicht nur Fachschülern und Dienstanfängern, sondern auch Beamten sehr warm empfohlen werden. Sch.

Technische Hülfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern). Von M. Buhle, ord. Professor an der Königl. Technischen Hochschule in Dresden. III. Teil. Berlin 1906, J. Springer. Preis 24 M.

Dieser III. Band bringt, wie seine Vorgänger, aufserordentlich reichen Stoff an eingehender Darstellung und Beurteilung der mechanischen Hülfsmittel zur Lagerung, Förderung, Beförderung, Verteilung, Ladung und Entladung aller Arten von rolligen Gütern unter den verschiedensten Verhältnissen. Als den Eisenbahntechniker besonders angehend führen wir auf: Förderlokomotiven mit Dampfbetrieb und elektrischer Arbeitsübertragung, Schnellentlader aller Art, Lokomotivbekohlungs-Anlagen, Verschiebe-Seilbahnen.

Der Band ist durch Zusammenstellung gehaltener Vorträge und verschiedener Sonderveröffentlichungen entstanden, und bietet einen Reichtum an Stoff, der auf diesem für das heutige Verkehrswesen und neuere Grofsbetriebe überaus wichtigen Gebiete wohl einzig dastehen dürfte. Auch die Be- und Entladung von Seeschiffen durch mechanische Einrichtungen findet eingehende Darstellung.

Nach dem Gesagten hat das Werk für alle am Güterverkehrswesen und dem Grofsgewerbe Beteiligten hervorragende Bedeutung, sie werden darin die weitestgehende Aufklärung über neue Hülfsmittel der Massenbewegung finden, deshalb weisen wir auch auf diesen Teil des ganzen Werkes mit wärmster Empfehlung hin.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 6. Heft. 1907.

Die elektrischen Stellwerke auf dem Bahnhofe Schwerte.

Von **Schepp**, Regierungs- und Baurat in Elberfeld.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XXIX und XXX.

A. Allgemeine Anlage.

Der Bahnhof Schwerte, auf dem die Bahnlinie nach Cassel von der Strecke Hagen-Unna abzweigt, besteht gemäfs dem Lageplane (Abb. 1, Taf. XXIX) an der Südseite aus den Anlagen für den Personenverkehr, den durchgehenden Hauptgleisen, den Bahnsteiganlagen, dem Empfangsgebäude, und den Einrichtungen für den Ortsgüterverkehr. Daran schliefst sich nach Norden der Verschiebebahnhof.

Die Bedienung der Ortsgleise erfolgt mittels des bei Kilometer 154,3 schienenfrei über die Hauptgleise durchgeführten und an ein Ausziehgleis angeschlossenen Zustellungsgleises.

Im Westen zweigen die Gütergleise bei der im Betriebe selbstständigen Blockstelle Steinhausen aus der Strecke von Westhofen ab. Die Güterzüge von Holzwickede verlassen die durchgehenden Hauptgleise erst im Bahnhofe, dagegen sind Güterzuggleise aus der Strecke von Cassel bei der gleichfalls selbstständigen Blockstelle Grünthal abgezweigt, unter der Strecke von Holzwickede bei km 156,7 durchgeführt und an der Nordseite in den Bahnhof eingeführt.

Die Blockstellen Steinhausen und Grünthal sind um mehr als Zuglänge vor den Bahnhof vorgeschoben. Daher konnten sowohl für die durchgehenden Hauptgleise, als auch für die abzweigenden Gütergleise zwischen diesen Blockstellen und dem Bahnhofe Blockstrecken eingerichtet werden. Jede der beiden Blockstellen hat demgemäfs an Blockeinrichtungen für die Streckenblockung drei Anfangsfelder und drei Endfelder erhalten, wozu noch die Vorrichtungen für die Mitwirkung des Zuges zur Verhütung vorzeitiger Rückmeldung treten. Im Übrigen haben beide Blockstellen mechanische Stellwerkseinrichtungen.

Der Bahnhof zerfällt im Wesentlichen in 5 Stellwerksbezirke, die durchweg Einrichtungen für elektrischen Betrieb erhalten haben.

Die elektrischen Stellwerksanlagen sind von dem Werke M. Jüdel u. Co. in Braunschweig hergestellt, das die Stellwerksgehäuse mit den Schaltern und Hebeln und die Streckenblockwerke fertig geschaltet von Siemens & Halske in Berlin bezogen hat. Die Weichen- und die Signalantriebe sowie die Gleichstromblockwerke haben die Bauart Jüdel.

Der Stellwerksbezirk I umfafst die Weichen und Signale an der Westseite des Verschiebebahnhofes, wo die Güterzüge von Westhofen in die Berggleise XXVIII, XXIX und XXX einfahren, und die in den Sammelgleisen XXXII bis XXXV fertig gestellten Güterzüge nach Westhofen ausfahren. Das Signal für die Einfahrten wird am einarmigen Maste A gegeben, die Fahrstrafse ist dabei durch einen der Fahrstrafsenhebel festgelegt. Die Einfahrerlaubnis wird von dem Weichensteller im Stellwerke II erteilt, der übersehen kann, ob das Einfahrgleis frei ist. Den Seitenschutz für die einfahrenden Züge gewähren die beiden an den Gleisen XXIX und XXX aufgestellten 6a-Signale und die Schutzweiche 11. Die Ausfahrsignale E, F, G und H sind, um an Raum zu sparen, auf einer Signalbrücke aufgestellt. Die im Stellwerke I festgelegten Einfahrstrafsen werden vom Weichensteller im Stellwerke II aufgelöst. Die Ausfahrstrafsen löst die letzte Achse des ausfahrenden Zuges mittels einer im Ausfahrgleise stromdicht gelagerten Schiene auf. Stellwerk I enthält das Anfangsfeld und das Endfeld der Blockstrecke nach Steinhausen. Die Blockrückmeldung kann erst erfolgen, wenn der einfahrende Zug einen hinter dem Signale A liegenden Schienenstromschliefser mit der ersten Achse befahren hat.

Der Weichensteller im Stellwerke II gibt die vorbezeichneten Einfahrten frei und löst die Fahrstrafsen nach beendeter Fahrt auf; aufserdem gibt er dem Beamten im Stellwerke V die Erlaubnis, einen Zug von Geisecke oder Holzwickede auf Signal Y1 oder Z2 in Gleis XVI einfahren zu lassen. Die Fahrstrafse für diese Einfahrten wird im Stellwerke V aufgelöst. Das zu den Freigaben und Auflösungen im Stellwerke II erforderliche Gleichstromblockwerk hängt nicht vom Stellwerke ab. Im Übrigen werden im Stellwerke II nur Weichen gestellt, die im Verschiebedienste, und zwar beim Ablaufen der Wagen von dem westlichen Ablaufberge in die Sammelgleise VIII bis 15 in Frage kommen. Daher sind keine Verschlufseinrichtungen vorhanden.

Im Stellwerke III werden die Weichen und Signale gestellt, die bei den Einfahrten der Personen- und Schnellzüge von Westhofen in Gleis I und II und bei den Ausfahrten nach Westhofen aus Gleis III und IV in Betracht kommen. Soll eine Einfahrt J1 oder J2 stattfinden, so gibt der Beamte, der die Züge an den Bahnsteigen abfertigt, den Zustimmungshebel im Stellwerke V frei, und der Fahrdienstleiter, der sich in diesem Stellwerke befindet, gibt durch Umstellen seines Zustimmungshebels den Fahrstrafsenhebel und damit auch den Signalhebel im Stellwerke III frei. Die Auflösung der im Stellwerke III festgelegten Fahrstrafsen J1 und J2 erfolgt im Stellwerke V.

Die Ausfahrsignale K und L liegen nicht unter Bahnhofsblockverschlufs, sie werden gezogen, wenn die Abfahrzeit gekommen und die Blockstrecke nach Steinhausen frei ist. Die Ausfahrstrafsen löst der ausfahrende Zug mittels einer hinter der letzten Weiche stromdicht gelagerten Schiene auf. Stellwerk III enthält das Anfangsfeld und das Endfeld der Blockstrecke nach Steinhausen. Bei den Einfahrten wirkt der Zug insofern mit, als die erste Achse beim Befahren eines Schienenstromschliefsers die elektrische Druckknopfsperre über dem Endfelde auslöst. An das Stellwerk III ist nach Osten hin der Raum für den Stromspeicher angebaut, der den Stellstrom und den Überwachungs- und Kuppelstrom für alle fünf Stellwerke liefert.

Stellwerk IV gleicht in seiner Einrichtung dem Stellwerke II. Es enthält die Hebel der Weichen für den Betrieb des östlichen Ablaufberges, die bei Zugfahrten nicht in Frage kommen, und daher auch nicht festzulegen sind. Der Weichensteller im Stellwerke IV gibt dem Beamten im Stellwerke V die Einfahrten von Holzwickede in die Gleise XVII bis XIX und die Einfahrten von Grünthal in die Gleise XVIII und XIX frei, wozu im Stellwerke IV ein Gleichstromblockwerk ohne Abhängigkeit von den Hebeln dieses Stellwerkes angebracht ist.

Das Befehlstellwerk V steht auf einer eisernen Brücke quer über den östlichen Berggleisen. Hier befindet sich der Fahrdienstleiter, der Telegraphenbeamte für den Zugmeldedienst und ein Weichensteller. Der Fahrdienstleiter zieht die Einfahrsignale für die Züge von Osten. Bei den in Gleis III und IV einfahrenden Personenzügen gibt der Bahnsteigbeamte mittels eines Gleichstromblockwerkes den Zustimmungshebel im Stellwerke III frei, der Weichensteller legt den Hebel um und gibt dadurch den Fahrstrafsenhebel im Stellwerke V frei. Bei den Einfahrten der Güterzüge in die Gleise XVI bis XIX wirkt nach obigem Stellwerk IV oder II mit. Für die Ausfahrten nach Osten kann der Fahrdienstleiter das Signal ohne Weiteres auf Fahrt stellen, wenn das Anfangsfeld »Weifs« zeigt. An Wechselstromblockfeldern enthält Stellwerk V die Anfangs- und die Endfelder der drei im Osten an den Bahnhof anschliefsenden Blockstrecken. Die im Stellwerke V festgelegte Fahrstrafse eines von Osten eingefahrenen Zuges löst der Telegraphenbeamte im Stellwerke V auf. Bei den nach Osten ausfahrenden Zügen erfolgt die Auflösung der Fahrstrafse durch die Mitwirkung des Zuges.

Den Zugmeldedienst versieht der Telegraphenbeamte im Stellwerke V. Nur die telegraphische Abmeldung der nach Westen ausfahrenden Güterzüge bewirkt der Weichensteller im Stellwerke I.

Die Morseschreiber für die Fernleitungen sind im Telegraphenzimmer im Hauptgebäude aufgestellt. Dort befindet sich auch der Hauptumschalter für die Fernsprechleitungen. Die Betriebstellen des Bahnhofes sind unter sich und, soweit erforderlich, mit diesem Hauptumschalter durch Fernsprechleitungen verbunden und in den nötigen Zusammenhang mit dem bahneigenen Fernsprechnetze des Bezirkes der Eisenbahndirektion in Elberfeld gebracht. Die dazu erforderlichen Doppelleitungen sind in Textabbildung 1 angegeben. Dabei haben die Betriebstellen, soweit sie mehrerer Verbindungen bedurften, Klappenschalter der Bauart Lorenz erhalten. Die Fernsprechleitungen liegen in Kabeln mit Ausnahme der wichtigeren Fernleitungen.

Abb. 1.

Hagen
Westhofen
Block Steinhausen
Verschiebestellwerk Ia
Stellwerk I
Aufsichtsbeamter bei Stellwerk I
Betriebswerkmeister
Stellwerk II
Aufsichtsbeamter bei Stellwerk II
Stellwerk III
Stellwerk IV
Aufsichtsbeamter auf den Bahnsteigen
Hauptumschalter im Telegraphenzimmer
Übernachtungsgebäude
Fahrkartenausgabe
Eilgutabfertigung
Güterabfertigung
Bahnmeisterei 78
Elektrizitätswerk d. Strafsenbahn
Bahnhofsvorsteher
Oberbauarbeiter
Stellwerk V
Ostberger Tunnel
Block Grünthal
Langschede
Frändenberg
Unna
Holzwickede

Der Strom für die elektrische Beleuchtung des Bahnhofes Schwerte wird von der Strafsenbahn Hörde-Schwerte geliefert. Zu diesem Zwecke formt das Kraftwerk der Strafsenbahn, das etwa 1 km vom Bahnhof Schwerte entfernt liegt, seinen Wechselstrom von 500 Volt in Gleichstrom von 220 Volt um und führt ihn oberirdisch mit drei Leitern mit + 220, 0 und — 220 Volt Spannung zum Schaltbrette im Empfangsgebäude. An diesem Schaltbrette wird Strom von 220 Volt Spannung abwechselnd von der + Schiene oder von der — Schiene zum Laden des

Speichers für den Betrieb der elektrischen Stellwerke entnommen. Der Speicherraum ist in einem einstöckigen Anbaue am Stellwerke III untergebracht. Von hier aus wird der zum Stellen der Weichen und Signale erforderliche Strom von 120 Volt, sowie der für die Überwachung, Freigabe, Kuppelung, Rückmeldung und Auflösung zu verwendende Strom von 30 Volt in je zwei besonderen Kabeln nach den fünf Stellwerken geleitet.

Die Anordnung der Stellwerke, der Blockwerke für die Streckenblockung und der Freigabe- und Auflöse-Vorrichtungen ist in Abbildung 2 bis 6, Taf. XXIX dargestellt.

Abgesehen von den für künftige Erweiterung vorgesehenen Leerplätzen enthalten:

Zusammenstellung I.

Stellwerk	Weichenschalter	Fahrstraſsenschalter	Signalschalter	Streckenblockfelder		Freigabetasten	Auflösetasten
				Anfang	Ende		
I	27	4	2	1	1	—	—
II	18	—	—	—	—	4	1
III	12	3	2	1	1	—	—
IV	21	—	—	—	—	3	—
V	39	15	6	3	3	—	6
Der Aufsichtsbezirk auf den Bahnsteigen	—	—	—	—	—	4	—

Die Weichen haben elektrische Antriebwerke, die mit Reibungskuppelungen mit den Weichenzungen verbunden sind. An den von Zügen gegen die Spitze befahrenen Weichen ist die Einrichtung getroffen, daſs die Lage beider Zungen im Stellwerke überwacht wird.

Jeder Signalmast hat ein Antriebwerk ähnlicher Art erhalten, das die Bewegung mittels Armkuppelungen auf die Signalarme überträgt.

Die Schalter sind mit den Weichen- und Signal-Antrieben durch Faserstoffkabel verbunden, die durch Endverschlüsse gegen Eindringen von Feuchtigkeit geschützt sind.

Nach jedem Antriebe ist vom Stellwerke aus ein besonderes Kabel gelegt, soweit es sich nicht um gekuppelte Weichen oder Vorsignalantriebe handelt.

Wo die Kabel an den Antriebwerken aus der Erde heraustreten, sind sie nach Abb. 7, Taf. XXIX durch Blechhülsen gegen Beschädigung geschützt. Dagegen sind hier die auf dem Bahnhofe Düsseldorf verwendeten Verteilungsgehäuse an den Antrieben und die biegsamen Verbindungskabel weggefallen.

Zur Auslösung der elektrischen Druckknopfsperren über den fünf Endfeldern sind in die Einfahrgleise zwischen dem Abschluſsmaste und der ersten Weiche Schienenstromschlieſser eingebaut. Die Leitungen hierfür sind in besonderen Kabeln nach den Stellwerken geführt.

Für die Auflösung der Ausfahrstraſsen nach den fünf Richtungen sind in den Ausfahrgleisen hinter der letzten Weiche Sonderschienen mit Schienenstromschlieſsern eingebaut. Die Leitungen hierzu liegen gleichfalls in besonderen Kabeln.

B. Der elektrische Weichenantrieb.

(Abb. 7 und 8, Taf. XXIX und Abb. 14, Taf. XXX.)

Der Antrieb ruht auf einem Lager von U-Eisen. Er wird von einem gufseisernen Gehäuse umschlossen. Unten befinden sich die Teile für den Anschlufs der Weichenzungen, oben die Stromschliefser und die Räderwerke für die Kraftübertragung und darüber die elektrische Triebmaschine.

Das Triebwerk (Textabbildung 2 und Abbildung 7 und 8, Taf. XXIX) hat ein ganz geschlossenes Gehäuse a. Es besteht aus dem Anker b, zwei getrennten Schenkelwickelungen c und d für jede der beiden Drehrichtungen, und zwei Kohlenbürsten e und f. Das Triebwerk ist auf zwei Füſsen gelagert, die seine Achsschenkel umfassen. Es läſst sich nach Lösung der beiden Befestigungsschrauben ohne Weiteres abheben.

Die Achse 2 des Triebwerkes trägt an einer Seite das Zahnrad 3, das mit dem auf der Schneckenachse 5 sitzenden Zahnrade 4 das Schneckenrad 9 antreibt. Auf der Achse des Schneckenrades 9 sitzt das Zahnrad 10, das in die mit den Hakenschlössern der Weichenzungen durch ein Kreuzgelenk verbundene Zahnstange 11 eingreift.

Wird das Triebwerk in der einen oder anderen Richtung gedreht, so wird die Bewegung auf die Weichenzungen übertragen. Die Scheibe 6 am Zahnrade 4 sitzt fest auf der Achse 5 der Schnecke, dagegen ist die Scheibe 13 lose auf diese Achse geschoben. Zwischen beiden Scheiben 6 und 13 wird das Zahnrad 4 durch die Schraubenfeder 12 derart festgeklemmt, daſs die Reibung genügt, um die gewöhnlichen Stellbewegungen zu übertragen.

Findet dagegen beim Umstellen der Weiche die Zahnstange 11 merklichen Widerstand, ist etwa ein Stein zwischen Zunge und Backenschiene geklemmt, so bleibt die Zahnstange 11 liegen und hält das Zahnrad 10, das Schneckenrad 9, die Schnecke 7 und die Scheibe 6 fest. Das noch laufende Triebwerk überwindet die Reibung zwischen dem Zahnrade 4 und der Scheibe 6, wodurch die Arbeit aufgezehrt und eine Überanstrengung der Übertragungsteile vermieden wird. Im Stellwerke macht sich die Störung durch ein sichtbares und ein hörbares Zeichen bemerkbar.

Wird die Weiche aufgeschnitten, so schiebt sich die Zahnstange 11 nach links, treibt durch das Zahnrad 10 und das Schneckenrad 9 die Schnecke 7 und die Scheibe 6 an. Da der Widerstand im Triebwerke zu grofs ist, wird auch in diesem Falle die Reibung zwischen Scheibe 6 und Zahnrad 4 überwunden und die Verschiebung dieser beiden Teile gegeneinander vollzieht sich, ohne dafs eine Beschädigung eintritt. Das setzt freilich voraus, dafs die Gänge der Schnecke genügend steil angeordnet sind. Das Aufschneiden macht sich im Stellwerke ebenso bemerkbar, wie die oben erörterte Störung.

Die Steuerung des Triebwerkes und die Überwachung des Antriebes geschieht durch Stromschliefser, die vom Schneckenrade betätigt werden.

Die Stromschliefser für den Betriebstrom sind Bürstenstromschliefser mit rascher Ausschaltung zur Verhütung schädlicher Funkenbildung.

Abb. 2.

Weichenantrieb
ohne Zungenüberwachung

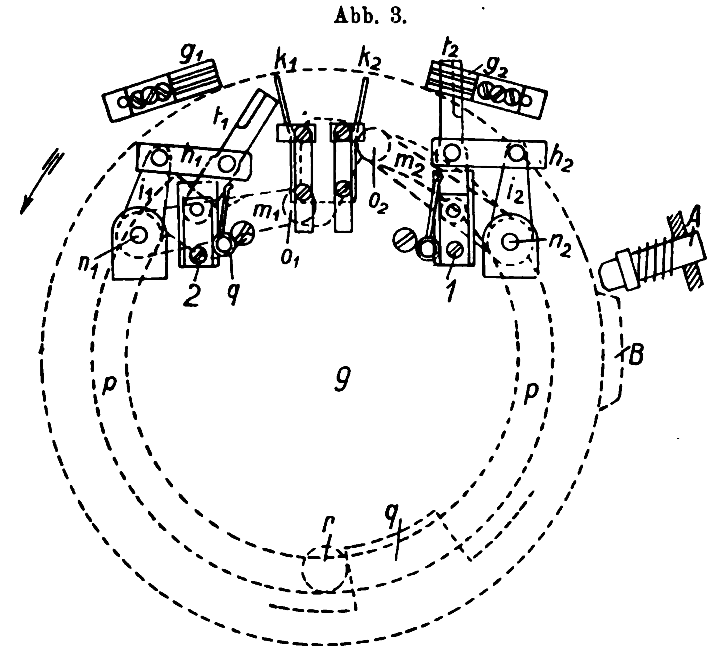


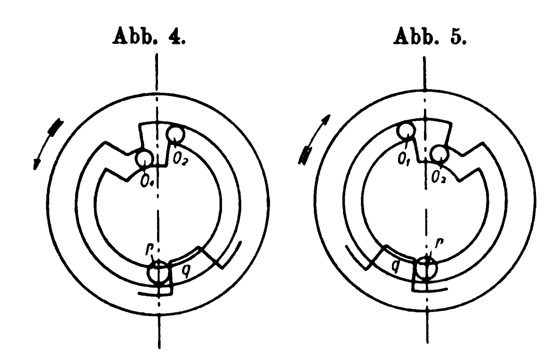
Abb. 3.

Der ungleicharmige Hebel m_1 i_1, Textabbildung 3, lenkt durch die Hartholzlasche h_1 den Messerstromschliefser t_1, sodafs er entweder am Schleifstromschliefser k_1 oder in der Bürste g_1 Stromschlufs gibt. Am oberen Ende von m_1 ist ein Führungsröllchen o_1 angebracht, das in der Führungsnut p des Schneckenrades 9 läuft, und dadurch die Stromschliefsvorrichtung steuert. Ebenso wird der Messerstromschliefser t_2 durch das Führungsröllchen o_2, das gleichfalls in der Führungsnut des Schneckenrades 9 läuft, mittels der Gelenkverbindung m_2, i_2, h_2 gesteuert.

Wird die Weiche umgestellt, so läuft der Stellstrom von 120 Volt über die Klemme 1 und den Stromschliefser t_2, g_2 durch die Kohlenbürsten und Schenkelwicklungen des Triebwerkes zur Erde. Das Triebwerk läuft und dreht dabei das Schneckenrad in der in Textabbildung 3 durch den Pfeil bezeichneten Richtung. Dabei bleibt das Röllchen o_2 zunächst in unverändertem Abstande von der Achse des Schneckenrades, t_2 bleibt daher in der Bürste g_2. Dagegen wird das Röllchen o_1 am inneren Rande der Führungsnut fortbewegt und schnellt, sobald es kurz nach Beginn der Bewegung in den Teil der Nut gelangt, der sich senkrecht nach aufsen wendet, in den äufseren Teil der Nut. Dabei wird der Messerstromschliefser t_1 von k_1 abgeschaltet und in die Bürste g_1 geschnellt, wo er auch nach beendeter Weichenumstellung bleibt.

Der Weichensteller kann daher nach Einleitung der Bewegung der Weichenzungen alsbald eine rückläufige Bewegung bewirken, indem er den umgelegten Weichenschalter im Stellwerke zurückstellt und dabei den Stellstrom nicht mehr nach Klemme 1, sondern nach 2 t_1 schickt.

Wird jedoch die zuerst eingeleitete Bewegung nach Textabbildung 3 nicht unterbrochen, so laufen beide Führungsröllchen in dem rechten kreisförmigen Teile der Führungsnut weiter (Textabbildung 4) bis in die in Textabbildung 5 dargestellte



Endstellung, in der der Anschlag q des Schneckenrades gegen den festen Zapfen r, und gleichzeitig das Hakenschlofs einer Weichenzunge in die Endlage gelangt. Das Röllchen o_1 ist im äufsern Teile der Führungsnut geblieben, dagegen ist gegen Ende der Bewegung das Röllchen o_2 in den inneren Teil gelangt. Der Messerstromschliefser t_1 liegt in der Bürste g_1, t_2 ist aus der Bürste g_2 herausgeschnellt und liegt nun an der Stromschlufsfeder k_2. Nun ist einerseits der Weg des Überwachungsstromes von 30 Volt über 1 k_2 (Textabbildung 3) geschlossen, anderseits ist die Umstellung des Antriebes dadurch ermöglicht, dafs der Lauf des dazu erforderlichen Stellstromes von 120 Volt über 2 t_1 g_1 geschlossen ist. Der Stellstrom fliefst indes erst, wenn der Weichensteller den Weichenschalter von Neuem umstellt. Das dabei eintretende Spiel der Röllchen, der Stromschliefser und des Anschlages q ergibt sich ohne Weiteres aus Textabbildung 2 bis 5.

Um das Schneckenrad 9 in seinen Endlagen gegen unbeabsichtigte Drehungen, soweit sie nicht durch den Anschlagbolzen r verhütet werden, zu sichern, wirkt darauf nach Textabbildung 3 und Abb. 14, Taf. XXX ein durch eine Schraubenfeder angetriebener Bolzen A, dessen unteres Ende bei den Umstellungen vor dem Scheibenrande bleibt, gegen Ende der Bewegung jedoch über den Vorsprung B des Schneckenrades gleitet, sich dahinter festsetzt und dadurch das Schneckenrad festhält. Der Widerstand dieser Vorrichtung hängt von der Neigung der Gleitflächen und von der Federkraft ab. Er mufs bei der Umstellung der Weiche mit überwunden werden.

Die Schneckenachse erhält auf einer Seite ein Vierkant 8 (Textabbildung 2), damit der Antrieb auch durch Aufsetzen einer Kurbel von Hand umgestellt werden kann.

Die Ankerwickelungen c und d des Triebwerkes (Textabbildung 2), deren eine der Stellstrom bei der Umstellung der Weiche, deren andere er bei der Rückstellung durchfliefst, sind mit ihren Enden einerseits einzeln an die Bürstenstromschliefser g_1 g_2 angelegt, mit der anderen Seite gemeinsam über die Kohlenbürste e, den Trommelanker b, die Bürste f und Leitung 4 (Textabbildung 2) mit dem Erdpole des Speichers in Verbindung gebracht.

Vom Stellwerke aus ist nach jeder Weiche, soweit die Weichen nicht gekuppelt sind, ein besonderes Kabel geführt, das 4 Kupferadern von je 1,5 mm Durchmesser enthält, die in Textabbildung 2 mit 1 bis 4 bezeichnet sind.

Die Leitungen 1 und 2 dienen dem Stellstrome von 120 Volt zum Umstellen der Weiche in der einen oder anderen Richtung, in Leitung 3 fliefst der Überwachungstrom von 30 Volt, Leitung 4 ist an den Erdpol des Speichers angeschlossen.

Die beiden Stelleitungen 1 und 2 beginnen nach Textabbildung 2 am Weichenschalter im Stellwerke an den Klemmen x, y des Arbeitschalters, von denen eine mit der Stromzuführungsleitung s in Verbindung steht, je nachdem der Weichenhebel für die + oder — Stellung der Weiche eingestellt worden ist. Die Stromleitung s ist im untern Teile des Weichenschalters über den Speicherwechsler z geführt, der bei jedem Umstellen des Weichenhebels, sei es aus der + in die — Stellung, oder umgekehrt, nur in der einen Richtung von z_1 nach z_2 umgelegt wird. Tritt nach vollendeter Umstellung der Weiche der Überwachungstrom auf, so zieht der Überwachungsmagnet seinen Anker an, und dieser Anker stellt den Speicherwechsler von z_2 nach z_1 zurück.

Bei der Stellung z_1 des Speicherwechlers kann nach Textabbildung 3 der Strom von 30 Volt in die Leitung s fliefsen, bei der Stellung z_2 der von 120 Volt.

In der + Stellung der Weiche und des Weichenhebels fliefst der Strom von dem 30 Volt-Speicher (Textabbildung 2) über z_1, s, x, Stelleitung 2 über den Überwachungstromschliefser t_1 k_1 am Antriebe und zurück durch Leitung 3, durch die Wickelungen des Überwachungsmagneten zur Erde. Wird nun der Weichenhebel umgestellt, so erhält die Stelleitung 1, weil dabei der Speicherwechsler in die Lage z_2 gebracht wird, Strom von 120 Volt über z_2, s, über den umgestellten Arbeitschalter bei y. Der Stellstrom fliefst über Klemme 1 am Weichenantriebe, Bürstenstromschliefser t_2 g_2, Wickelung d des Triebwerkes, Kohlenbürste e, Trommelanker, Bürste f, Leitung 4 zur Erde.

Das Triebwerk läuft und treibt das Schneckenrad an. Der Überwachungstrom wird bei t_1 k_1 unterbrochen und t_1 g_1 wird geschlossen zur Vorbereitung der rückläufigen Bewegung des Antriebes. Am Ende der Umstellung wird der Stellstrom bei t_2 g_2 zur Abschaltung des Triebwerkes unterbrochen und bei t_2 k_2 ein neuer Stromlauf für den Strom von 120 Volt geschlossen. Nun erfolgt ein Stromstofs von 120 Volt über t_2 k_2, Leitung 3, Überwachungsmagnet zur Erde. Dieser Magnet zieht seinen Anker an, der Anker wirft den Speicherwechsler aus der Stellung z_2 nach z_1 zurück. Nun fliefst wieder ein Überwachungstrom von dem 30-Voltspeicher, z_1 s y, Stelleitung 1, Überwachungstromschliefser t_2 k_2 am Weichenantriebe, Überwachungsleitung 3, Überwachungsmagnet am Weichenschalter zur Erde.

Wird der Weichenhebel in die + Lage zurückgestellt, so fliefst der Stellstrom während der Umstellung der Weiche. Der Weichenantrieb schaltet ihn vom Triebwerke ab und schliefst ihn dann wieder für den Weg durch die Überwachungsleitung. Der Stellstrom schaltet sich dann selbst dadurch ab, dafs er den Speicherwechsler am Weichenschalter umstellt. Schliefslich tritt der Überwachungstrom bei der neuen Lage des Speicherwechslers wieder auf. Der Überwachungstrom fliefst daher

dauernd während der Ruhelage der Weiche. Nur während der Umstellung ist er unterbrochen.

Folgt die Weiche der Stellbewegung des Triebwerkes nicht vollständig, so kann auch das Schneckenrad nicht in seine Endlage gelangen. Der Stellstrom wird daher nicht am Bürstenstromschliefser t_1 g_1 oder t_2 g_2 abgeschaltet. Das Triebwerk läuft weiter, wobei die von ihm geleistete Arbeit in der Reibungskuppelung zwischen der Scheibe 6 und dem Zahnrade 4 (Textabbildung 2) aufgezehrt wird. Der Überwachungstrom kommt nicht zu Stande. Sollte der Widerstand der Reibungskuppelung zu grofs sein, so brennt die Sicherung im Stellwerke durch und der Strom von 120 Volt wird dadurch unterbrochen.

Beim Aufschneiden der in der Ruhelage befindlichen Weiche werden durch die Zahnstange die Teile des Antriebes, die vor der Reibungskuppelung liegen, zurückgedreht. Dabei wird der Überwachungstrom unterbrochen. Das Schneckenrad 9 des Antriebes schaltet, von der Zahnstange 11 gedreht, auch die bisher am Überwachungstromschliefser liegende Stelleitung an den Bürstenstromschliefser. Beide Stelleitungen sind nach dem Triebwerke hin geschlossen. Daher kann die Weiche nach Durchfahrt des Fahrzeuges in die eine oder andere Endstellung gebracht werden. Zu diesem Zwecke mufs der Weichenhebel umgestellt werden, damit der Speicherwechsler in die Stellung z_2 gelangt und den Lauf des Stellstromes schliefst.

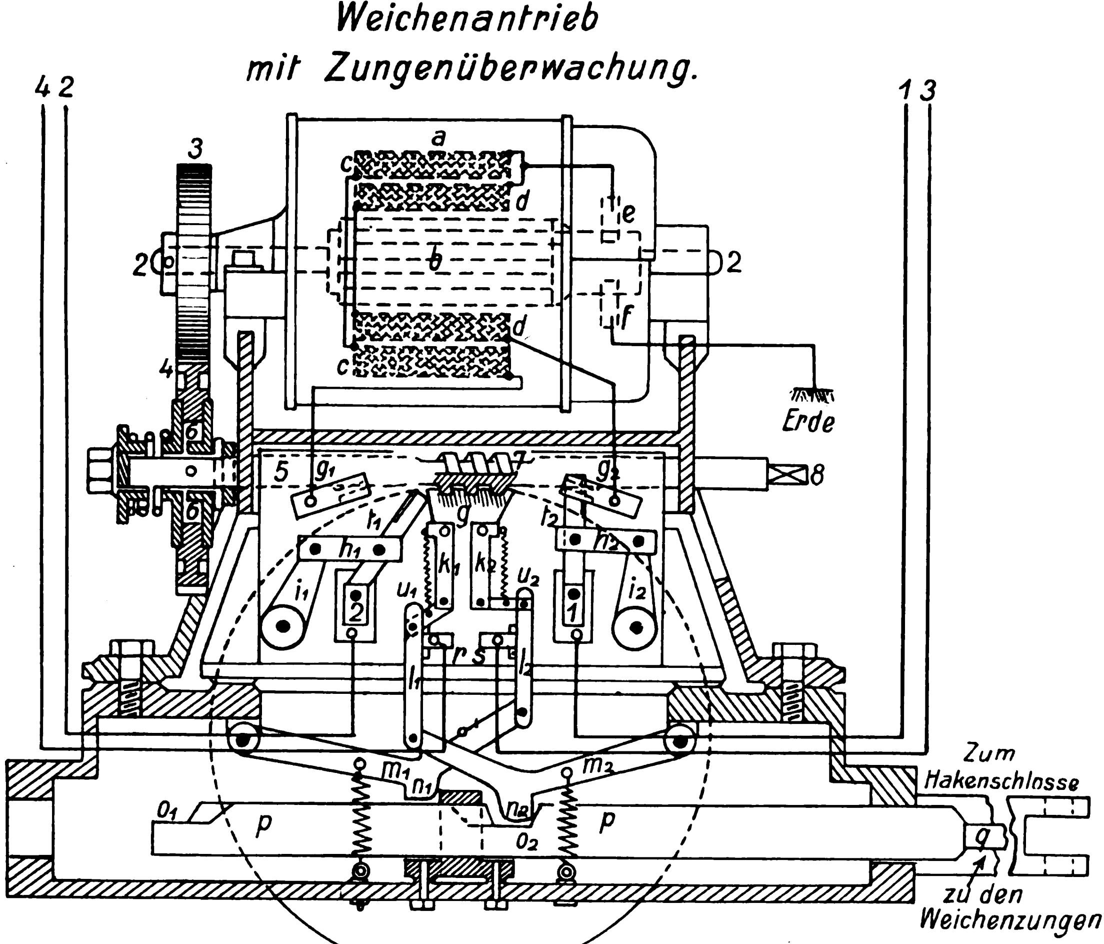
In den Lauf des Überwachungstromes sind die Spulen des Überwachungsmagneten mit etwa 300 Ohm Widerstand eingeschaltet. Wird der Überwachungstrom beim Aufschneiden der Weiche am Weichenantriebe dadurch kurz geschlossen, dafs er über t g zur Erde geführt wird, so wächst die Stromstärke derart, dafs die Bleisicherung im Stellwerke schmilzt und der Überwachungstrom unterbrochen wird. Daher mufs die Bleisicherung des Stromes von 30 Volt nach Aufschneiden der Weiche erneuert werden.

Sind zwei Weichen gekuppelt, so fliefst der Stellstrom nach Umstellung des Weichenhebels zunächst nach dem Antriebe der einen Weiche und stellt sie um. Am Ende der Stellbewegung wird der Stellstrom wie bei nicht gekuppelten Weichen bei t_2 g_2 (Textabbildung 2) abgeschaltet, und dann über t_2 k_2 wieder geschlossen. Er fliefst jedoch jetzt nicht durch die Überwachungsleitung 3 nach dem Stellwerke zurück, sondern durch die an die Klemme k_2 angeschlossene Stelleitung 1 der zweiten Weiche nach dieser, stellt sie um, gelangt dann durch die Leitung 3 über Klemme k_1 der ersten Weiche zum Stellwerke zurück und schaltet dort den Überwachungstrom an. Die Stellleitung 2 ist nicht an die Klemme 2 der ersten, sondern der zweiten Weiche angeschlossen. Wird daher der Weichenhebel wieder zurückgestellt, so läuft der Stellstrom zum Antriebe der Weiche 2, stellt sie um, wird vom Triebwerke abgeschaltet und an die Stelleitung 2 der ersten Weiche angeschaltet, die an die Klemme 2 der ersten Weiche angeschlossen ist. Die erste Weiche wird nun auch umgestellt, ihr Triebwerk abgeschaltet und der Stellstrom bei k_1 an die Überwachungsleitung 3 angeschaltet. Der Überwachungsmagnet am Weichenschalter zieht seinen Anker an. Der Anker wirft den Speicherwechsler um und der Überwachungstrom fliefst nun wieder über beide Weichenantriebe.

Gekuppelte Weichen werden somit nicht gleichzeitig umgestellt; in der einen Richtung wird erst die erste Weiche umgestellt, sie schaltet den Stellstrom am Ende ihrer Bewegung nach der zweiten Weiche um. In der andern Richtung läuft erst der Antrieb der zweiten und dann der der ersten Weiche. Dabei dauert die Umstellung im ganzen zwar doppelt so lange wie bei nicht gekuppelten Weichen, aber der nicht zu unterschätzende Vorteil wird erreicht, dafs für gekuppelte Weichen keine Antriebe besonderer Bauart eingeführt werden müssen.

Von Zügen gegen die Spitze befahrene Weichen be-

Abb. 6.



dürfen einer besondern Vorrichtung zur Überwachung der Lage der beiden Zungen. An den Zungen sind Schieber angebracht (Abb. 7 und 8, Taf. XXIX), die dicht hintereinander liegend in den untern Teil des Weichenantriebes eingeführt sind. In Textabbildung 6 sind diese beiden Schieber mit p bezeichnet. Sie haben Einschnitte o_1 und o_2 für beide Lagen der Zungen erhalten, die je nachdem die anliegende oder die abstehende Zunge zu überwachen ist, eng oder weit sind. In die Einschnitte werden die unteren Ansätze n_1 und n_2, der Hebel m_1 und m_2 von Schraubenfedern gezogen. Die freien Enden der Hebel m_1 und m_2 steuern Stromschliefser r u_1 und s u_2 mittels der Holzlaschen l_1 und l_2.

Beispielsweise liegt bei der + Lage der Weiche der Hebel m_2 mit dem Ansatze n_2 in den Einschnitten o_2. Der Einschnitt des vordern Schiebers p ist eng, da dieser Schieber an der anliegenden Zunge sitzt. Der hintere Schieber hat zur abstehenden Zunge gehörend den gestrichelten breitern Einschnitt. Die Lasche l_1 zieht die Stromschlufsfeder u_1 gegen r und schliefst dadurch den Überwachungstrom in der Leitung 4. Der Hebel m_1 liegt mit seinem untern Ansatze n_1 auf der obern Fläche der Schieber p auf. Dadurch bleibt der Stromlauf für die Überwachungsleitung 3 bei s u_2 unterbrochen. Beim Umstellen der Weiche wird der Hebel m_2 aus den Einschnitten o_2 herausgehoben, sein unterer Ansatz n_2 gleitet oben auf den Schiebern p und die Überwachungsleitung wird bei r u_1 unterbrochen. Hat der Antrieb seinen Lauf vollendet und haben dabei beide Weichenzungen die — Stellung erreicht, so wird der Ansatz n_1 des Hebels m_1 in die Ausschnitte o_1 der Schieber p gezogen, die Stromschlufsfeder an u_2 legt sich gegen s. Auch hat sich t_2 gegen k_2 gelegt und die Überwachungsleitung 3 für die — Stellung der Weiche ist geschlossen.

Daraus folgt, dafs nach den Weichen mit Zungenüberwachung statt einer zwei Uberwachungsleitungen geführt werden müssen. Für solche Weichen wären daher fünfadrige Kabel erforderlich und zwar zur Aufnahme von zwei Stelleitungen, zwei Überwachungsleitungen und einer Erdleitung. Im übrigen treten die Einrichtungen für die Zungenüberwachung zu den Teilen des Antriebes ohne solche Überwachung hinzu, ohne dafs dadurch weitere Änderungen entstehen. Um für alle Weichen gleiche vieradrige Kabel verwenden zu können, ist auf die besondere Kabelader für die Erdleitung bei Weichen mit Zungenüberwachung verzichtet, als Erdleitung wird bei ihnen nur die Kabelbewehrung benutzt, die zu diesem Zwecke wie bei allen Weichen und Signalen am Antriebe mit der Kohlenbürste f (Textabbildung 6) und am Stellwerke mit der Erdschiene verbunden ist.

Die beiden Überwachungsleitungen 3 und 4 entsprechen den beiden Stellungen des Weichenhebels. Stromschliefser an der Achse des Weichenhebels schalten in seinen beiden Stellungen die zugehörige Überwachungsleitung an die gemeinsame Leitung, die durch die Wickelungen des Überwachungsmagneten zur Erde läuft.

Die Zungenüberwachung ist somit eine Vorrichtung, die nur die Schaltung der Stromläufe innerhalb des Bereiches einer Weichenstelleinrichtung berührt. Ist jedoch eine Zunge der Stellbewegung nicht gefolgt, so kann das Signal nicht gezogen werden, weil der Überwachungsmagnet, der, wie wir noch sehen werden, als Magnetschalter für den Signalkuppelstrom wirkt, seinen Anker nicht angezogen hat.

Die Weichenlaterne wird nach Abb. 7, Taf. XXIX von der Achse des Schneckenrades mittels eines Kegelradgetriebes gestellt. Dabei beginnt die Bewegung der Laterne noch vor der Bewegung der Zungen. Das neue Signalbild zeigt sich erst, nachdem die Zungen ihre Endstellung erreicht haben.

(Fortsetzung folgt.)

Stofsfangschienen.

Von dem Vertreter der Ausstattung der Schienenstöfse mit Stofsfangschienen, M. Barschall, geht uns betreffs der letzten Erfahrungen folgende Darlegung zu, die wir zur Kenntnis unserer Leser bringen.

Die bisher erreichten Fortschritte in der Schienenstofsfrage haben aufser Zweifel gestellt, dafs der Mangel stofflichen Zusammenhanges und die räumliche Trennung der Schienen an neuen und bestehenden Gleisen durch kein anderes Mittel beseitigt werden können, als durch den Auflauf, weil weder schwebende noch abgestützte mechanisch zusammengeschlossene Enden unter dem Rade wie eine ganze Schiene wirken können.

Nun ist im Eisenbahnbau, V. Teil des Handbuches der Ingenieurwissenschaften, II. Band, 1906, Seite 235 dem Auflaufe entgegen gehalten worden:

> »dafs durch das Befahren mit ausgelaufenen Radreifen der Verschleifs des Fahrkopfes der Stofsfangschiene regelmäfsig so rasch und in solchem Umfange eintrete, dafs er nicht ausgelaufenen Radreifen überhaupt nicht mehr als Unterstützung diene, also nicht mehr rädertragend sei«,

und Seite 236

> »diese Auflauflaschen sind schon in grofsem Umfange zur Anwendung gelangt und haben sich bisher gut bewährt. Die Stofsverbindung ist vermöge der starken Aufsenlasche eine sehr kräftige. Ihre rädertragende Eigenschaft wird aber auch diese Lasche mit der Zeit verlieren«.

Auf Grund der seit 1897 mit der Auflauflasche auf den Sächsischen Staatsbahnen gewonnenen Erfahrungen wurde amtlich bekundet, dafs sich diese Stofsverbindung an Schienenkopfbreiten bis zu 66 mm besser als alle anderen bewährt*), weil namentlich auch Schwächungen der Schienen durch Ausfräsungen wie bei Blattstöfsen, Kopflaschen und dergleichen vermieden werden; dabei wurde hervorgehoben, dafs die Wirkung unter sehr ausgelaufenen Rädern, wie solche bei Güterwagen vorkommen, nahezu aufhört.

Dagegen ist auf der Strecke Berlin—Zossen dieselbe Lasche am 72 mm breiten Schienenkopfe unter geringem Verkehre innerhalb weniger Monate 2 bis 4 mm niedergehämmert worden, ein Beweis, dafs eine verhältnismäfsig geringe Überschreitung

*) Die Stofsfangschiene wurde bei den Sächsischen Staatsbahnen nicht erprobt.

der für schwere Querschnitte nötigen Kopfbreite ausreicht, die Anwendung des Auflaufes nahezu unmöglich zu machen.

Hierbei darf nicht aufser Acht gelassen werden, dafs die Auflauffläche der Lasche etwas höher gehalten werden mufs, als die Neigung der neuen Radreifen dies bedingt, weil die Laschen sonst wegen der zulässigen Abweichungen in der Höhe der neuen Schienen nicht wirken.

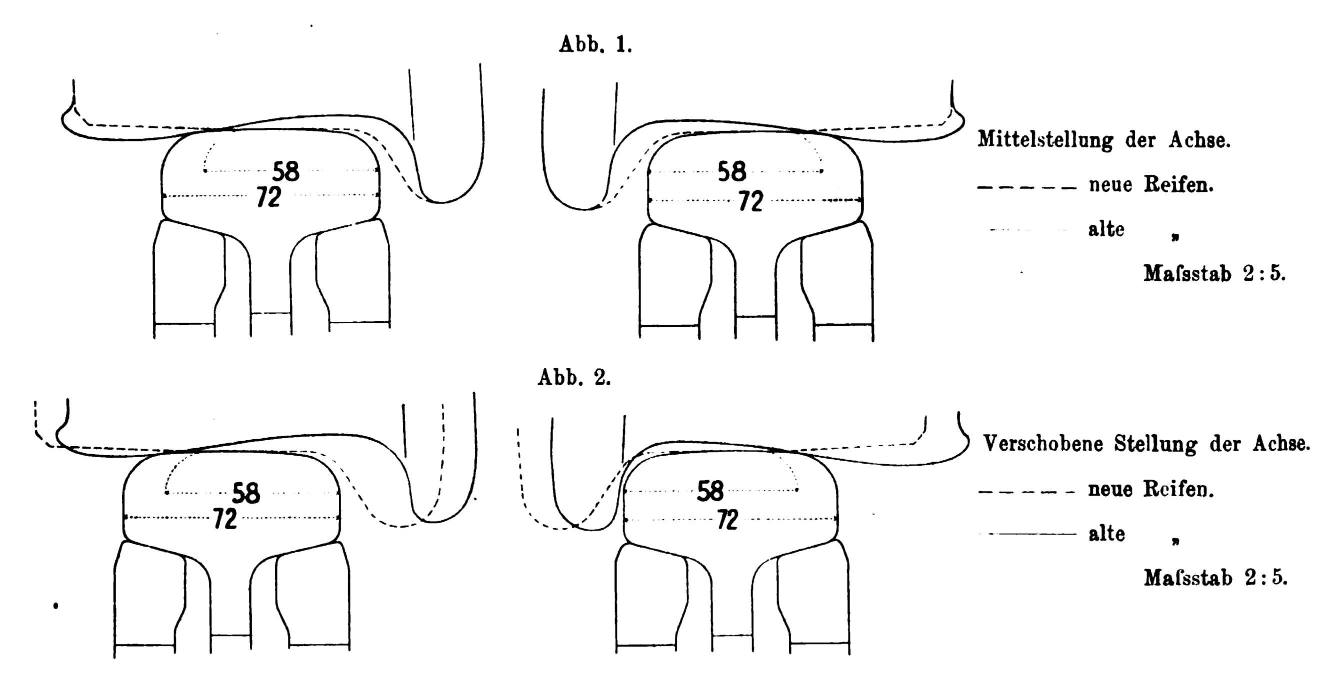
Ähnlich wie bei den Laschen verhält es sich mit dem Fahrkopfe der Stofsfangschiene, jedoch mit dem Unterschiede, dafs hier jede Überhöhung der Schiene unterbleiben mufs, weil sonst die Räder ebenso gehoben werden, wie durch die zu weit nach aufsen ragende, ebene Fahrfläche.*)

Während die vorteilhaftere Walzform bei einer ganzen Laufflächenbreite von (58 + 20) 78 mm keinen stärkern Verschleifs aufgewiesen hat, als die Fahrschiene,**) ist die minderwertige Handform der Stofsfangschiene auf der Linie Berlin—Halle, also unter dem stärksten Verkehre, an dem 72 mm breiten Schienenkopfe auch 2 bis 4 mm, aber erst innerhalb zweier Jahre, niedergehämmert worden, offenbar weil die Doppellasche der Stofsfangschiene, nicht wie die Lasche, in die Schienenkammer eingespannt, sondern nur eingelegt ist, und die Stofsfangschiene deshalb dem Drucke mehr nachgibt als die Lasche. Auf Grund dieser Erfahrung ist anzunehmen, dafs ein weder eingespannter noch eingelegter, sondern freischwebend angeordneter Auflauf*) nicht nur besser, sondern auch unter allen Reifenformen, namentlich neuen, wirken müfste, weil die gleichfalls freischwebenden Schienenenden dem Drucke mehr nachgeben, als der Auflauf.

An der für schwere Schienen erforderlichen Kopfbreite von 65 bis 66 mm, wie in Sachsen und Bayern an 45 bis 46 kg/m schweren Schienen würde die Wirkungsdauer der Stofsfangschiene eine längere sein, als an der etwa 10% leichtern Schiene der Linie Berlin—Halle; es handelt sich also nur um die Frage, ob und wie viel die Wirkungsdauer durch Anwendung des freischwebenden Auflaufes an der erforderlichen Schienenkopfbreite verlängert werden könnte.

Schmalen Schienen würde der Fahrkopf der Walzform der Stofsfangschiene entsprechen, während an breiteren Schienenköpfen nur der innere Tragflächenteil eben gehalten, der äufsere dagegen der Neigung der falschen Flansche angepafst werden müfste.

Stark ausgelaufene Räder wirken zerstörend auf Gleis und Wagen und gefährden den Betrieb bei erhöhter Geschwindigkeit, namentlich auf sehr breiten Schienen (Textabb. 1 und 2),



während mit guter Instandhaltung aller Räder jeder Einwand gegen den Auflauf wegfällt.

Soweit die Abstützung der Laschen in Betracht kommt, wird ein breiter Schienenkopf entbehrlich, weil der Auflauf die Innenlasche entlastet und dieser aufser dem Widerstande gegen den seitlichen Druck nur die Aufgabe zufällt, den lotrechten Druck, soweit erforderlich, auf das unbelastete Ende zu übertragen.

Der Wegfall der Schwäche des Stofses und des Räderschlagens ermöglicht die gleichmäfsige Verteilung der Schwellen und damit die Wahrung der neuerdings anerkannten Vorteile des Wechselstofses.

Gelänge es, mittels einer federnden Verblattung die in Betracht kommenden, ursprünglichen und sich stetig erneuernden Höhenunterschiede elastisch nach unten auszugleichen, so wäre damit auch die Frage des einheitlichen Querschnittes der Schienen entschieden.

*) Wochenschrift Deutscher Bahnmeister 1896, Seite 315.

**) Kaufmännischer Beitrag zur Lösung der Schienenstofsfrage 1902 bis 1905, Gutenberg Verlag, Berlin W. 35.

*) Bulletin of the International Railway Congress, September 1906.

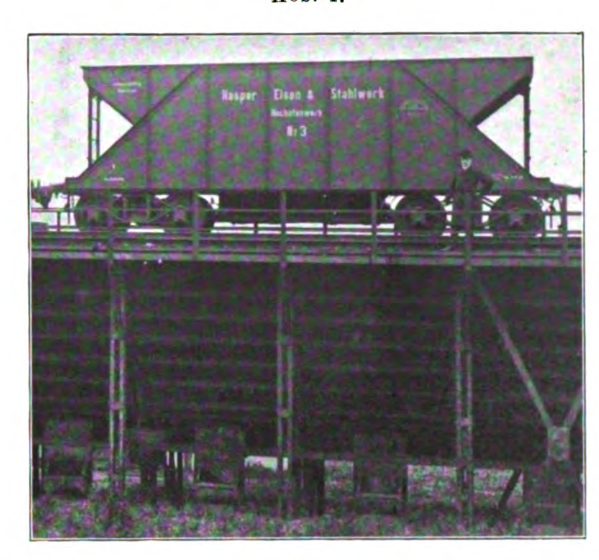
Selbstentlader von 50 t Ladefähigkeit.

Von **Arthur Koppel,** Aktiengesellschaft in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XXVII.

Die kürzlich von der Arthur Koppel Aktiengesellschaft für das Hasper Eisen- und Stahlwerk in Haspe, Westfalen, gelieferten Selbstentlader von 50 t Ladefähigkeit sind in Abb. 1 und 2, Tafel XXVII und Textabb. 1 bis 4 dargestellt. Die Wagen sind Bodenentleerer, deren wesentliche Einzelheiten durch Patente geschützt sind. Vor allem ist an dem Wagen das Fehlen des üblichen Tragwerkes für den Wagenaufsatz bemerkenswert; der Kasten, dessen Seitenwände als Träger ausgebildet sind, ruht unmittelbar auf den beiden Drehgestellen, die die »Diamond«-Bauart zeigen. Die Entladung erfolgt durch den Boden zwischen die Schienen, und zwar durch die in wagerechter Ebene liegende, rechteckige Kastenöffnung von 2,0×0,8 m. Statt der sonst bei Bodenentleerern verwendeten Verschlufsklappen wird die Entladeöffnung durch wagerecht in der Wagenlängsrichtung bewegliche Schieber abgeschlossen. Diese Anordnung hat den Vorzug, dafs sie eine gute Raumausnutzung und damit eine günstige Höhenlage des Wagenschwerpunktes gestattet, sie läfst wegen Zwangsläufigkeit der Bewegung der Bodenschieber eine gewisse Regelung der Entladegeschwindigkeit zu und vermeidet jeden Stofs beim Entladen. Die Bauart ist sehr betriebsicher, da einerseits selbsttätiges, unbeabsichtigtes Öffnen der Schieber während der Fahrt ausgeschlossen ist, andererseits das Öffnen und Schliefsen von einer Stelle aus, und zwar an jeder Seite des Wagens vorgenommen werden kann.

Abb. 1.



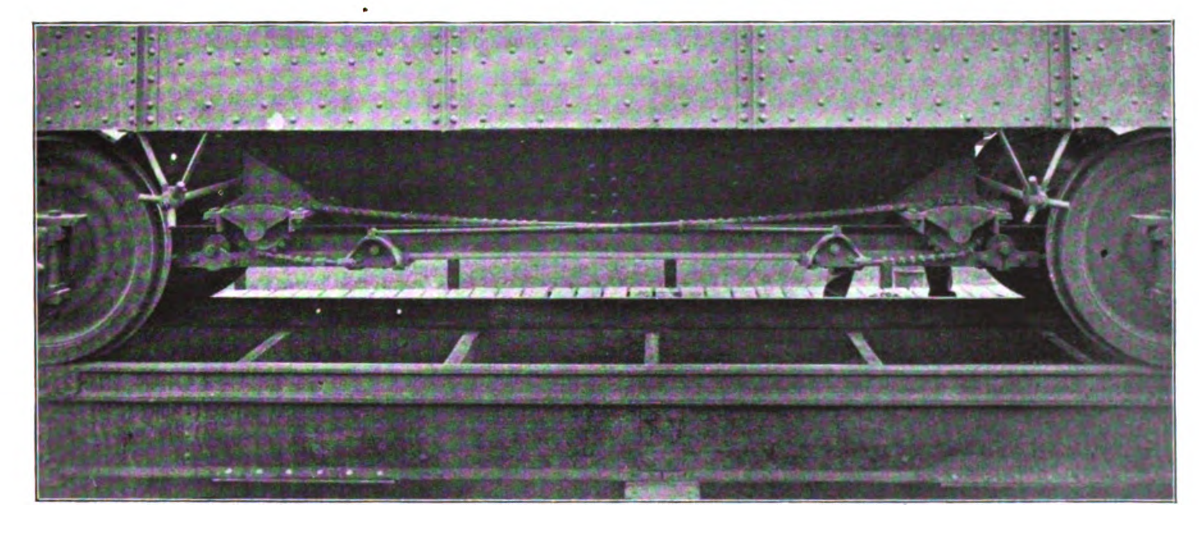


Abb. 2.

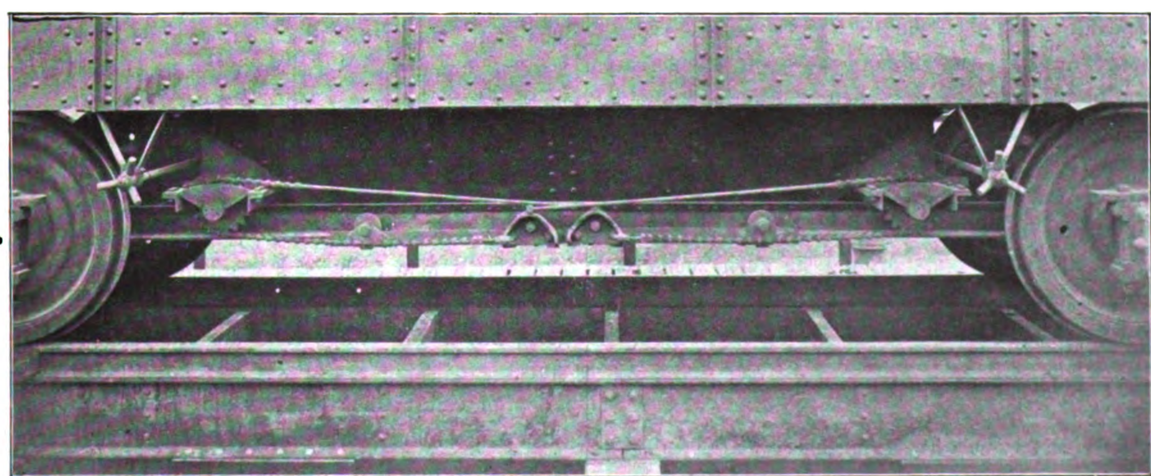
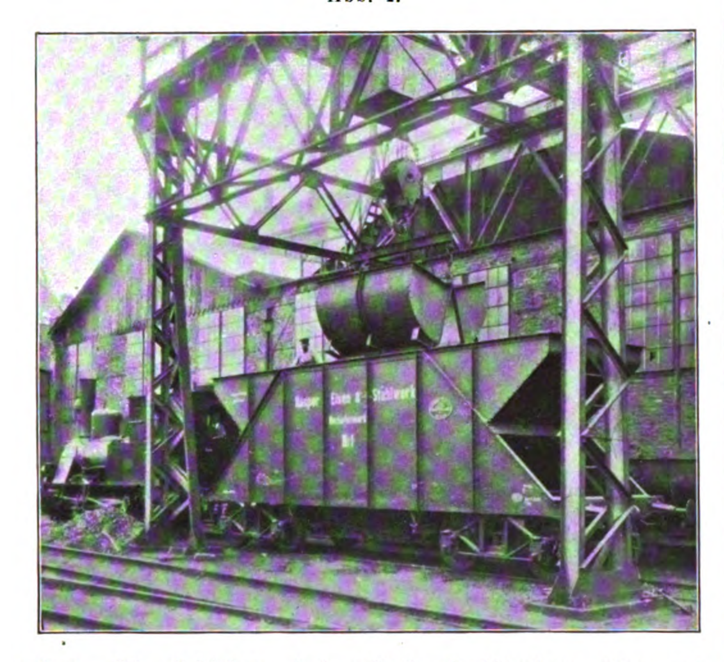


Abb. 3.

Das Schieberpaar ist an seitlichen Winkelschienen durch Trag- und Laufrollen aufgehängt, letztere sind gegen das herausfallende Ladegut geschützt und aufserhalb des Trichters ange-

Abb. 4.



ordnet. Die Schieber sind mittels Gall'scher, über entsprechende Kettenräder laufender Ketten so miteinander verbunden, dafs sie nur gleichzeitig und stets in entgegengesetzter Richtung zueinander bewegt werden können. Die Kettenradwellen haben gemeinsamen Antrieb unter Verwendung eines doppelten Schneckengetriebes für die Kraftübertragung. Die beiden Vorgelegewellen liegen quer zur Wagenlängsachse und können somit von jeder Seite des Wagens aus gedreht werden. Durch doppelte Anordnung des Kettengetriebes wird jedes Ecken der Türen verhindert.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Innere Länge des Kastens . .	8,80 m	Spurweite . .	1435 mm
« Breite « « . .	2,34 «	Tragfähigkeit	50 t
Äufsere « « « . .	2,50 «	Fassungsraum	40 cbm
Lichte Länge der Bodenöffnung	2,00 «	Leergewicht .	16,85 t
« Breite « «	0,80 «	Achsstand eines Drehgestelles	1,80 m
Höhe des Wagens über S.O. .	3,60 «	Gröfster Achsstand	8,30 «
Ganze Wagenlänge	10,80 m.		

Die Wagen dienen in Haspe hauptsächlich im innern Dienste für die Förderung von Schlacken, Sand und Hochofenschutt nach den Halden, und haben recht befriedigende Betriebsergebnisse geliefert. Sie laufen auffallend ruhig trotz ihrer ungewöhnlichen Höhe und der sehr krummen Strecke in Neigungen bis 1 : 60. Die Entladung geht sehr rasch von statten, durchschnittlich genügen zwei bis drei Minuten, um den Wagen zu entladen und die Klappen wieder zu schliefsen. Der Arbeitslohn für die Entladung eines Wagens beträgt nach den Betriebserfahrungen rund 2 Pf.

Elektrische oder mechanische Abhängigkeit zwischen Streckenblock und Signalen.

Von **R. Pfeil,** Regierungsbaumeister a. D. in Grunewald-Berlin.

Herr Boda hat eine Schaltanordnung beschrieben*), bei der die Abhängigkeit zwischen den Streckenblockfeldern und den Signalen auf rein elektrischem Wege mit Hülfe der Signalflügelkuppelung und der Einwirkung des Zuges auf den Kuppelstrom erzielt ist. Dabei können die verwickelten Signalhebelsperren und Unterwegsperren fortfallen, und solange noch kein Zug tatsächlich ausgefahren ist, kann ein Widerruf erfolgen, ohne dafs die Lösung von Bleisiegeln oder gar eine Fahrt gegen geschlossene Signale nötig wäre.

Die Art der Herstellung der Abhängigkeiten ist von mir im Jahre 1895 angegeben und der Firma Siemens und Halske patentiert worden**). Zur Anwendung gelangten solche Einrichtungen seitdem bei allen elektrischen Stellwerken in den mannigfachsten Ausführungsarten, sie haben sich in jeder Beziehung bewährt. Bei mechanischen Stellwerken sind sie zuerst in Baden zur Ausführung gelangt***).

Während nun die Verwendung der elektrischen Abhängigkeit bei elektrischen Stellwerken, für die sie auch zuerst erdacht worden ist, keinerlei Bedenken unterliegt, und hier die besonderen Vorzüge zur vollen Geltung gelangen, kann die Frage, ob sie auch für von Hand betriebene Stellwerke allgemein empfehlenswert ist, nicht so ohne weiteres bejaht werden.

Die Betriebsicherheit der Flügelkuppelung hängt von drei Umständen ab: der Stromquelle, der richtigen Regelung der Drahtzüge und der Wirkung des Schienen-Stromschliefsers und des Sperrfeldes.

Die Stromquelle mufs nun bei elektrischen Stellwerken, falls überhaupt Betrieb möglich sein soll, immer in Ordnung sein, und sie ist ohne Rücksicht auf Kosten so ausgestaltet, dafs auf sie tatsächlich unter allen Umständen gerechnet werden kann. Das ist in diesem Mafse bei mechanischen Stellwerken höchstens auf grofsen Bahnhöfen der Fall. Hier wird also immerhin mit gelegentlichen, wenn auch kurzen Störungen in der Stromversorgung gerechnet werden. Während dieser Zeit mufs dann die Flügelkuppelung ausgeschaltet werden, wodurch bei der vorgeschlagenen elektrischen Abhängigkeit jede Sicherheit wegfiele. Dasselbe tritt ein, wenn die Regelung der Drahtzüge verloren geht, wobei ebenfalls gelegentlich für einige Zeit die Kuppelung festgestellt werden mufs.

Bei elektrischen Stellwerken ist aber beides nicht zu befürchten, so dafs die Flügelkuppelungen überhaupt keine Vorrichtungen erhalten, um sie auszuschalten, im Gegensatze zu

*) Organ 1906, S. 89.

**) D.R.P. 88611.

***) Zeitung des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1903, S. 105.

denen der mechanischen Stellwerke, wo solche Vorrichtungen nicht fehlen dürfen.

Was endlich die Auslösung der Flügelkuppelung durch den Zug betrifft, so ist diese, wenn die Siemens'schen Quecksilber-Stromschliefser, zumal mit ihren neuesten Verbesserungen angewendet werden, mindestens so sicher, wie die Wirkung der mechanischen Hebel- und Unterwegsperren. Vielleicht wird man der elektrischen Anordnung noch insofern einen höhern Grad von Betriebsicherheit zusprechen können, als ihr Versagen unfehlbar beim erstmaligen Auftreten bemerkt werden mufs, indem die Fahrstrafse nicht frei wird, während bei den mechanischen Sperren üblicher Form fehlerhaftes Arbeiten unter Umständen bis zur nächsten gründlichen Prüfung des Stellwerkes, oder bis zu einem Unfalle unbemerkt bleiben kann und wahrscheinlich auch unbemerkt bleiben wird.

Auch für die Betriebsicherheit der Auslösung kommt den elektrischen Stellwerken die gröfsere Sicherheit der Stromquelle zu Gute.

Die erwähnte neueste Verbesserung*) des Quecksilber-Stromschliefsers besteht darin, dafs der Kuppelstrom in den Stromschliefser eingeführt wird und nur zustande kommen kann, wenn das Quecksilber hoch genug steht. Ist also Quecksilber aus irgend einem Grunde verloren gegangen, so kann kein Kuppelstrom fliefsen und kein Signal gezogen werden. Stände das Quecksilber zu hoch, so würde das Sperrfeld oder der Magnetschalter stets unter Strom sein und dort den Kuppelstrom geöffnet halten. Also mufs das Quecksilber grade in der richtigen Höhe stehen, damit überhaupt ein Signal gezogen werden kann. Das kann es aber nur, wenn alles sich in voller Ordnung befindet, und ist dies der Fall, so mufs der Schienen-Stromschliefser auch wirken. Brüche von Teilen und Störungen, die die Wirksamkeit bei anders gebauten Schienen-Stromschliefsern beeinträchtigen könnten, sind bei dem Quecksilber-Stromschliefser aus dem einfachen Grunde nicht zu befürchten, weil dieser keinen bewegten Teil besitzt.

*) Patent angemeldet.

Sollte aber etwa das Sperrfeld trotz richtiger Wirkung des Schienen-Stromschliefsers nicht auslösen, so wird doch immer der Kuppelstrom im Stromschliefser unterbrochen und so auch dann in die »Halt«-Stellung gebracht.

Wir kommen also zu dem Schlusse, dafs die Verwendung der Siemens'schen elektrischen Abhängigkeit zwischen Streckenblock und Stellhebel unter Fortfall der Hebel- und Unterweg-Sperren bei elektrischen Stellwerken ohne jede Einschränkung, bei mechanischen dagegen nur da empfohlen werden kann, wo bezüglich der Stromquelle und Drahtzugregelung so günstige Verhältnisse vorliegen, dafs von jeder Feststellvorrichtung an der Flügelkuppelung abgesehen werden kann.

Diesen Erwägungen entsprechend, sind auch alle elektrischen Stellwerke mit der elektrischen Abhängigkeit versehen worden, während dies bei mechanischen Stellwerken nur selten der Fall ist.

Stofswirkungen im Eisenbahnbetriebe.

Von **H. Saller**, k. b. Direktionsrat in Plattling.

Teil I.

Die im Eisenbahnbetriebe vorkommenden Beanspruchungen lassen sich häufig nicht statisch behandeln, sondern gehören in das Gebiet der Dynamik. So weit auch die Dynamik ausgebildet ist, werden doch wohl erst umfangreiche und kostspielige Versuche die Übereinstimmung ihrer Theorie mit den tatsächlichen Verhältnissen darlegen müssen. Die früher*) unter der Überschrift »Stofselastizität und Festigkeit« von mir gegebenen, leicht verwertbaren Formelentwickelungen dürften indes genügend sichere Anhaltspunkte für die Beurteilung der verhältnismäfsig geringen dynamischen Beanspruchungen bieten, die im Eisenbahnbetriebe im Oberbaue, in Eisenbauten und an anderen Stellen gewöhnlich auftreten.

Für den lotrecht abwärts erfolgenden Stofs wurde aus der Bewegungsarbeit nach dem Stofse $\frac{m_1^2 gh}{m + m_1}$ und nach Gleichsetzung der Stofsarbeit der äufseren Kräfte mit der Formänderungsarbeit die Stofsziffer μ berechnet, mittels deren der Stofsdruck von P auf die Wirkung einer ruhenden Last zurückzuführen ist, und zwar zu:

Gl. 1) . . $\mu = 1 + \sqrt{\frac{2h}{y_1}\left(\frac{m_1}{m + m_1}\right) + 1}$,

wobei m_1 die aus der Höhe h frei fallende stofsende Masse, m die vor dem Stofse in Ruhe befindliche gestofsene Masse, y_1 die Durchbiegung unter ruhender Last $P = m_1 g$ und g die Beschleunigung der Schwere ist. Für den im Eisenbahnbetriebe häufigen Fall, dafs m gegenüber m_1 vernachlässigt werden kann, vereinfacht sich Gl. 1 auf:

*) Organ 1903, S. 163.

Gl. 1a) . . . . $\mu = 1 + \sqrt{\frac{2h}{y_1} + 1}$. *)

Selbstverständlich werden die aus Vorstehendem folgenden Beanspruchungen nur einen Augenblick andauern, um sogleich schwächeren Platz zu machen, wobei die bekannte Schwingung um die Gleichgewichtslage eintritt. Hierfür liefert die Theorie der harmonischen Schwingungen die Formel für den Schwingungsausschlag:

Gl. 2) . . . . . $y = A \sin \alpha t$**),

worin der gröfste Schwingungsausschlag

$$A = \mu y_1 = y_1 + \sqrt{2 h y_1 \left(\frac{m_1}{m + m_1}\right) + y_1^2}$$

und der Wert $\alpha = \sqrt{\frac{m_1 g}{y_1 (m + m_1)}}$,

daher der Schwingungsausschlag

Gl. 3) . . $y = \left[y_1 + \sqrt{2 h y_1 \left(\frac{m_1}{m + m_1}\right) + y_1^2}\right]$

$$\sin\left(t\sqrt{\frac{m_1 g}{y_1 (m + m_1)}}\right) \text{ ist.}$$

*) Unter Verwendung der Näherungsformel $(1 + a)^n = 1 + na$ für kleines a kann Gl. 1) und 1a) bei kleinem h vereinfacht werden in $\mu = 2 + \frac{h}{y_1}\frac{m_1}{m + m_1}$ bezw. $\mu = 2 + \frac{h}{y_1}$.

**) Föppl, Dynamik Seite 31.

Für $m = 0$ wird

Gl. 3a). $y = \left[y_1 + \sqrt{2\,h\,y_1 + y_1^2}\right] \sin t \sqrt{\frac{g}{y_1}}$.

Die Dauer der vollen Schwingung ergibt sich nach derselben Theorie bei der Annahme, dafs die Schwingung nach erfolgtem Stofse von m und m_1 zusammen ausgeführt wird, zu

Gl. 4) . . $T = \frac{2\pi}{\alpha} = 2\pi \sqrt{\left(\frac{m + m_1}{m_1\,g}\right) y_1}$

und für $m = o$

Gl. 4a) . . . . $T = 2\pi \sqrt{\frac{y_1}{g}}$.

Für plötzliche Wirkung der Last m_1, also für Einwirkung der Last ohne Stofs, ist $h = 0$, und μ nimmt in Gl. 1 und 1a den Wert 2 an. Die Stofswirkung setzt sich zusammen aus der plötzlichen Wirkung ohne Stofs und aus der Fallwirkung.

Im Eisenbahnbetriebe haben wir es nun sehr häufig mit Stofsdrücken zu tun, die ohne plötzliche Wirkung seitens einer Last ausgeübt werden, die schon vor dem Stofse auf dem gestofsenen Körper ruhte. Man kann sich diese Erscheinung, die zum Beispiel beim Befahren eines Schienenstofses auf einem eisernen Bauwerke eintreten wird*), so vorstellen, als ob die auf einer obern Stufe des tragenden Körpers ruhend gedachte Stofsmasse auf eine untere Stufe desselben Körpers herabfiele. Die Nutzanwendungen auf gewisse Verhältnisse im Eisenbahnbetriebe lassen unbedenklich die Annahme zu, der oben erwähnte Fall erfolge so schnell, dafs die von der ruhenden Lasteinwirkung herrührende Beanspruchung beim Wiederaufstofsen der Last noch ungeändert voll vorhanden angenommen werden kann. In diesem Falle ist mit den früheren Bezeichnungen

$$\frac{m_1^2\,g\,h}{m + m_1} + m_1\,g\,(y_1\,\mu - y_1) = \int Ky\;dy.$$

Integration zwischen den Grenzen y_1 und μy_1 gibt:

*) Dieser Fall des Stofses ohne plötzliche Wirkung ist auch gegeben beim taktmäfsigen Gehen einer Menschenmasse über eine Brücke. Vergl. auch Zeitschr. des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 1893 Nr. 20, Aufsatz von Melan, Ziffer 4.

$$\frac{m_1^2\,g\,h}{m + m_1} + m_1\,g\,(y_1\,\mu - y_1) = \int_{y}^{\mu y_1} Ky\;dy = \frac{K\,\mu^2\,y_1^2}{2} - \frac{Ky_1^2}{2} + C \text{ oder, da } Ky_1 = m_1\,g,$$

$$\frac{m_1\,h}{m + m_1} + y_1\,\mu - y_1 = \frac{\mu^2\,y_1}{2} - \frac{y_1}{2} + C.$$

Für $m_1 = 0$ ist auch hier äufsere und innere Arbeit gleich Null, daher $C = 0$; also folgt:

Gl. 5). . . . $\mu = 1 + \sqrt{\frac{2\,h}{y_1}\,\frac{m_1}{m + m_1}}$.

Da $\mu > 1$ sein mufs, kann das Wurzelvorzeichen nur + sein.

Dieselbe Formel läfst sich nach der Theorie der harmonischen Schwingungen folgendermafsen ableiten. Die Geschwindigkeit v_0, mit der die Massen $m + m_1$ nach dem Stofse durch die Gleichgewichtslage gehen, ergibt sich aus der Gleichung

$$\frac{m_1^2\,g\,h}{m + m_1} = \frac{1}{2}\left(m + m_1\right) v_0^2; \text{ also wird}$$

$$v_0 = \frac{m_1}{m + m_1}\sqrt{2\,gh} = \alpha\,A^{*)} = \sqrt{\frac{m_1\,g}{(m + m_1)\,y_1}} \cdot y_1\,(\mu - 1)$$

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2\,h}{y_1}\,\frac{m_1}{m + m_1}}.$$

Für $h = 0$, also für den Fall der unveränderten statischen Belastung, wird μ richtig gleich 1. Kann die gestofsene Masse m gegenüber der stofsenden m_1 vernachlässigt werden, so wird

Gl. 5a) . . . . $\mu = 1 + \sqrt{\frac{2\,h}{y_1}}$.

Die einem derartigen Stofse ohne plötzliche Wirkung folgende Schwingung ergibt sich wie oben nach der Theorie der harmonischen Schwingungen

Gl. 6). $y = \left(y_1 + \sqrt{2\,h\,y_1\,\frac{m_1}{m + m_1}}\right) \sin t \sqrt{\frac{m_1\,g}{y_1\,(m + m_1)}}$

oder für $m = 0$

*) Föppl, Dynamik, Seite 31.

Zusammen-

Trägerform und Belastungsart	P; $\frac{l}{2}$ $\frac{l}{2}$	P; l; c c_1	P; $\frac{l}{2}$ $\frac{l}{2}$	P; l
Biegungsarbeit	$\frac{P^2\,l^3}{96\,EJ}$	$\frac{P^2\,c^2\,c_1^2}{6\,E\,J\,l}$	$\frac{P^2\,l^3}{384\,E\,J}$	$\frac{P^2\,l^3}{6\,E\,J}$
y_1 Verschiebung oder Durchbiegung unter der Last . . .	$\frac{P\,l^3}{48\,EJ}$	$\frac{P\,c^2\,c_1^2}{3\,E\,J\,l}$	$\frac{P\,l^3}{192\,E\,J}$	$\frac{P\,l^3}{3\,E\,J}$
y_m mittlere Durchbiegung oder Verschiebung auf die Länge l	$\frac{5\,P\,l^3}{384\,EJ}$	$\frac{P\,c^2\,c_1^2}{6\,E\,J\,l^2}\left[1 + \frac{c^2}{4\,c_1} + \frac{c_1^2}{4\,c}\right]$	$\frac{P\,l^3}{384\,E\,J}$	$\frac{P\,l^3}{8\,E\,J}$
y_0 gröfste Durchbiegung . . .	$\frac{P\,l^3}{48\,EJ}$	—	$\frac{P\,l^3}{192\,E\,J}$	$\frac{P\,l^3}{3\,E\,J}$
β	$\frac{17}{35} = 0{,}486$	$\frac{1}{105}\left[35 + 14\,\frac{c^3 + c_1^3}{c\,c_1\,l} + 2\,\frac{c^5 + c_1^5}{c^2\,c_1^2\,l}\right]$	$\frac{13}{35} = 0{,}371$	$\frac{33}{140} = 0.236$

Gl. 6a) . $y = \left(y_1 + \sqrt{2\,h\,y_1}\right) \sin t \sqrt{\frac{g}{y_1}}$

und die Dauer einer solchen vollen Schwingung wieder zu

Gl. 7) . . . $T = 2\pi \sqrt{\left(\frac{m + m_1}{m_1\,g}\right) y_1}$,

oder für $m = 0$

Gl. 7a) . . . . . $T = 2\pi \sqrt{\frac{y_1}{g}}$.

Wie schon in meinem frühern Aufsatze bemerkt, ist in den Stofsformeln unter m, sofern der gestofsene Körper nicht vollständig frei dem Stofse ausgesetzt ist, sondern, wie dies bei Tragwerken stets zutrifft, feste unverschiebliche Auflagerpunkte besitzt, nicht die ganze, sondern nur die auf den Stofspunkt umgerechnete Masse m des gestofsenen Körpers zu verstehen. Diese Gröfse m wird von verschiedenen Verfassern mit einer Genauigkeit, die dem hier vorliegenden Zwecke genügt, nach der Annahme berechnet, dafs die Geschwindigkeiten der einzelnen Punkte des Tragwerkes eines Stabes oder Trägers denjenigen Verrückungen entsprechen, die diese Punkte im statischen Gleichgewichtszustande durch eine äufsere Kraft erleiden würden, die in Bezug auf Angriffspunkt und Richtung mit dem durch den Stofs entwickelten Stofsdrucke gleichartig ist.*)

Sind $\mu\,y_1$ und $\mu\,y_x$ diese Verschiebungen an der Stofsstelle und an einer beliebigen Trägerstelle x, sind ferner V_1 und V_x die Geschwindigkeiten an denselben Trägerstellen, so ist

$$v_1 : v_x = \mu\,y_1 : \mu\,y_x = y_1 : y_x$$

und es wird

$$\frac{1}{2}\,m\,v_1^2 = \int \frac{1}{2}\,F\,dx\,\gamma\,v_x^2,$$

wenn m die gesuchte, auf den Stofspunkt umgerechnete Trägermasse, F der unveränderliche Trägerquerschnitt und γ die Masse der Raumeinheit des Trägerstoffes ist.

Es wird $\frac{1}{2}\,m\,v_1^2 = \int \frac{1}{2}\,F\gamma \left(\frac{v_1\,y_x}{y_1}\right)^2 dx$

*) Grashof, Elastizität und Festigkeit. II. Aufl., Seite 375.

$$= \frac{1}{2}\,F\gamma\,v_1^2 \int \left(\frac{y_x}{y_1}\right)^2 dx.$$

Bei unveränderlichem Trägerquerschnitte F ist $F\gamma = \frac{m}{l}$; also wird

Gl. 8) . . . $m = \frac{m}{l} \int \left(\frac{y_x}{y_1}\right)^2 dx = \beta\,m$,

wenn $\beta = \frac{1}{l} \int \left(\frac{y_x}{y_1}\right)^2 dx$ ist.

Für verschiedene Träger unveränderlichen Querschnittes ergibt sich bei verschiedenen häufig vorkommenden Belastungen die Zusammenstellung I der Werte β.

Der Einflufs der Schubspannungen ist bei den im Eisenbahnbetriebe gewöhnlich vorkommenden Verhältnissen meist sehr gering und kann entweder ganz vernachlässigt werden, oder durch entsprechende Änderung der Elastizitätszahl angenähert in Rechnung gezogen werden.

Schliefslich wird noch ein Beispiel zu Gl. 5) mitgeteilt.

Ein wagerecht hochkant gelegter Eisenstab von rechteckigem Querschnitte 3×5 cm liege bei 100 cm Länge beiderseits frei auf und werde in der Mitte durch einen Stofsdruck $P = 300$ kg ohne plötzliche Wirkung bei 0,1 cm Fallhöhe beansprucht.

Das Eigengewicht mg ist $= 11$ kg.

Die schon vor dem Stofse vorhandene Durchbiegung y_1 berechnet sich zu 0,1 cm. Es wird

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2 \times h}{y_1}\;\frac{m_1}{m + m_1}} = 1 + \sqrt{\frac{2\,h}{y_1}\;\frac{m_1}{\frac{17}{35}m + m_1}}$$

$$= 1 + \sqrt{\frac{2 \times 0{,}1}{0{,}1}\;\frac{300}{\frac{17}{35} \times 11 + 300}} = 2{,}4.$$

Der Stab erleidet also einen Augenblick eine Beanspruchung entsprechend einer statisch wirkenden Belastung von $2{,}4 \times 300 = 720$ kg.

stellung I.

l, P	p l, l	p l, l	pl	pl, l
$\frac{P^2\,l}{2\,E\,F}$	$\frac{p^2\,l^5}{240\,E\,J}$	$\frac{p^2\,l^5}{1440\,E\,J}$	$\frac{p^2\,l^5}{40\,E\,J}$	$\frac{p^2\,l^5}{640\,E\,J}$
$\frac{P\,l}{E\,F}$	$\frac{p\,l^4}{120\,E\,J}$	$\frac{p\,l^4}{720\,E\,J}$	$\frac{p\,l^4}{20\,E\,J}$	$\frac{p\,l^4}{320\,E\,J}$
$\frac{P}{E\,F}$	$\frac{p\,l^4}{120\,E\,J}$	$\frac{p\,l^4}{720\,E\,J}$	$\frac{p\,l^4}{20\,E\,J}$	$\frac{p\,l^4}{320\,E\,J}$
$\frac{P\,l}{E\,F}$	$\frac{5\,p\,l^4}{384\,E\,J}$	$\frac{p\,l^4}{384\,E\,J}$	$\frac{p\,l^4}{8\,E\,J}$	$\frac{p\,l^4}{192\,E\,J}$
$\frac{1}{3} = 0{,}333$	$\frac{3968}{7875} = 0{,}504$	$\frac{128}{315} = 0{,}406$	$\frac{104}{405} = 0{,}257$	$\frac{152}{315} = 0.483$

Bei gleichmäfsig verteilter Belastung sind m und m_1 gleichmäfsig durch Multiplikation mit β umzurechnen.

(Schlufs folgt.)

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Die Pennsylvania-Tunnel unter dem Hudson-Flusse.

(Railroad Gazette 1906, Dezember, Band XLI, S. 582. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6, Taf. XXVIII.

Die Zufahrt zum Pennsylvania-Endbahnhofe*) in Neuyork vom Süden und Westen her geht von einem Punkte der Hauptlinie in der Nähe von Harrison, genau östlich von Newark, über einen durch die Hackensack-Wiesen führenden zweigleisigen Damm, durch zwei eingleisige Tunnel in Fels unter Bergen-Hill und Weehawken und durch zwei eingleisige, mit Gufseisen bekleidete Röhrentunnel unter dem Hudson-Flusse**). Die dann folgenden Tunnel schliefsen an das westlich der 9. Avenue auf Manhattan liegende, in offenem Einschnitte hergestellte Bauwerk für die Bahnhof-Zufuhrgleise an.

Die Tunnel unter Bergen-Hill haben einen Halbkreisbogen von 2,90 m innerm Halbmesser und überall einen Mittenabstand von 11,28 m. Alle 91 m sind die beiden Tunnel durch kleine Quertunnel verbunden. Die Zufuhrlinie zu dem westlichen Tore ist ein Bogen von 437 m Halbmesser. Zwischen diesem Tore und dem Weehawken-Schachte auf eine Entfernung von 1801,37 m ist die Linie eine Gerade mit einem Gefälle gegen den Flufs von 1,3 $^0/_0$. An der tiefsten Stelle liegt der Sattel der Tunnel ungefähr 23,5 m unter der Erdoberfläche. Die Tunnel sind vom Hackensack-Tore, vom Weehawken-Schachte und von einem nahe der »Central-Avenue« abgeteuften Schachte aus in Angriff genommen.

Der Weehawken-Schacht liegt ungefähr 550 m von der Dammkopflinie des Flusses. Er ist mit Betonwänden bekleidet, unten rechteckig geformt, 17,07 × 35,36 m weit und 23,16 m tief. Die Wände an den Langseiten sind 0,9 bis 3,0 m stark, in den Fels eingefügt und mit Bolzen verankert. Die Stirnwände haben eine fast senkrechte Rückfläche und eine 1 : 3 geneigte Vorderfläche, also Form und Stärke von Futtermauern. Der Schacht wird halb von den Unternehmern für die Bergen-Hill-Tunnel und halb von den Unternehmern für die Tunnel unter dem Flusse benutzt.

Die Tunnel unter dem Flusse sind gufseiserne, mit Beton bekleidete Röhren von 7,01 m äufserm Durchmesser und haben überall einen Mittenabstand von 11,28 m. Sie sind zwischen den Schildkammern 1864,77 m lang, haben eine gröfste Tiefe der Sohle unter dem mittlern Hochwasser von 29,57 m und eine geringste Tiefe des Sattels unter der Flufssohle von 6,1 m. Vom Weehawken-Schachte bis zu einem ungefähr 60 m westlich von der Manhattan-Dammkopflinie liegenden Punkte ist die Linie eine Gerade. Hier tritt eine kleine Richtungsänderung, 53′35″ nach Norden zu, ein, und dann führt die Linie in einer Geraden nach dem östlich der 9. Avenue liegenden Endbahnhofe. Vom Weehawken-Schachte ab hat die Linie auf ungefähr 600 m ein Gefälle von 1,3 $^0/_0$, dann auf 600 m eine Steigung von 0,53 $^0/_0$ und darauf eine Steigung von 1,923 $^0/_0$, welche sich bis zu einem Punkte zwischen der 9. und 10. Avenue fortsetzt.

*) Organ 1907, S. 102.

**) Organ 1907, S. 107, Plan Abb. 1, Taf. XXVI.

Der Manhattan-Schacht steht in festem Fels unter angeschüttetem Boden und ist nicht bekleidet. Er ist 9,75 × 6,71 m weit und 16,76 m tief. Er liegt an der Nordseite der 32. Strafse, östlich der 11. Avenue, und ist unten mit den unter der 32. Strafse liegenden Tunneln durch einen Quertunnel verbunden.

Die Schilde wurden in den in einiger Entfernung von den Schächten in den festen Fels eingeschnittenen Schildkammern errichtet und gingen durch den Fels, Sand und Kies, bis der Schlick angetroffen wurde. Sie waren so eingerichtet, dafs sie in jedem Gebirge, nicht nur in Schlick, sicher arbeiten konnten. Sie haben einen innern Durchmesser des hintern Randes von 7,06 m und vom hintern Ende bis zur gufsstählernen Schneide eine Länge von 4,86 m. Die Arbeitsfläche vor der Querwand ist durch senkrechte Scheidewände und die wagerechten Bühnen in neun Zellen geteilt, zwei auf der obern, vier auf der mittlern und drei auf der untern Ebene. Jede Zelle ist durch eine Tür in der Querwand zugänglich. Um die Arbeit in Sand, Kies oder Fels zu erleichtern, war der Schild mit einer abnehmbaren Haube versehen, welche über die gufsstählerne Schneide 63,5 cm vorragte. Die Haube erstreckte sich bis zur Ebene der obern Bühne, bis zu welcher die Schneide hinaufreicht. Nach dem in Abb. 5 und 6, Taf. XXVIII dargestellten Entwurfe erstrecken sich Schneide und Haube bis zur Ebene der untern Bühne. Die acht Arbeitsbühnen konnten durch Prefswasser so weit vorgetrieben werden, dafs sie ungefähr 20 cm über die Haube vorragten. Jede Bühne ruht auf zwei rechteckigen Kolbenkammern, welche sich durch Leisten, die vor der Querwand angebracht sind, hindurch bewegen. Die äufseren Enden der Kolben sind mit den hinter der Querwand unter den hinteren Bühnen befindlichen Querträgern verbunden. So konnte beim Arbeiten in Fels der Ausbruch auf drei Ebenen erfolgen, und in Sand oder nassem Boden, welcher nur durch die unteren Türen eingelassen wurde, waren die Bühnen stark genug, die vorderen Brusttafeln zu stützen.

Die Türen in der Querwand sind nach einem Zylinder mit wagerechter Achse gekrümmt und an den hinter der Querwand befindlichen Stützen befestigt. Sie bewegen sich beim Öffnen im Zylindermantel nach oben. Ein einfaches Stützeisen hält die Tür in jeder gewünschten Stellung.

Die mit Prefswasser betriebenen 24 Pressen zum Vortreiben des Schildes sind in gleichen Abständen um den Mantel herum in Zellen angeordnet, welche durch nach dem Mittelpunkte gerichtete, die innere und äufsere Mantelschale verbindende Querwände gebildet werden. Jede Presse ruht in einer gufsstählernen Hülse, welche gegen den die Schneide tragenden Ring drückt. Die Pressen wirken einfach und haben einen besondern innern, gegen den Bekleidungsring drückenden Kolben zum Zurückziehen des Hauptkolbens. Gewöhnlich wurden nur acht Pressen gebraucht, zwei an jeder Seite, eine oben und drei unten.

Zur Errichtung der Bekleidungsringe dient ein drehbarer Zylinder mit Kolben, welcher an einer mit der untern Bühne verbundenen Stütze genau im Mittelpunkte des Schildes befestigt

ist. An dem einen Ende des Zylinders befindet sich der Greifer zum Aufnehmen der Ringstücke, an dem andern ein Gegengewicht. Die Drehung des Zylinders wird durch eine Kette bewirkt, welche von zwei kleineren, an der obern Bühne angebrachten, wagerechten Zylindern mit Kolben angetrieben wird. Diese Kolben bewegen sich in entgegengesetzten Richtungen. Beim Heraustreiben des einen Kolbens wird der drehbare Zylinder in der einen Richtung gedreht und der andere Kolben hineingetrieben. Die Drehung in der entgegengesetzten Richtung wird erreicht durch Umsteuerung der Bewegung der wagerechten Kolben.

Von den Weehawken-Schildkammern ab wurde der Fels auf eine Strecke von ungefähr 46 m ausgebrochen, dann wurden 91 m Sand und Kies durchfahren, bevor der Schlick erreicht wurde. Die erste Scheidewand wurde unmittelbar vor der Schildkammer errichtet, die zweite in einer Entfernung von ungefähr 370 m von der ersten. Die Scheidewand besteht aus Beton, ist 3,05 m stark und enthält drei Luftschleusen, eine für Menschen, eine für Güter und eine Notschleuse. Die ersteren beiden befinden sich in gleicher Ebene mit der vorläufigen Verkehrsbahn im Tunnel, die Notschleuse oben an der einen Seite. Oben im Tunnel wurde ein Gehweg hergestellt, vornehmlich zur Benutzung beim Anbringen der Höhenmarken und Neigungszeiger, welche in Betonblöcke eingefügt wurden, die auf der einen Seite nahe dem Scheitel in die Bekleidung eingesetzt waren. Er war aber auch dazu bestimmt, im Falle einer Überflutung als Weg nach der Notschleuse zu dienen.

Wegen der Unsicherheit des Schlickes, durch welchen die Tunnel gehen, werden zur Unterstützung der Röhren alle 4,57 m Schraubenpfähle eingetrieben. Zu diesem Zwecke sind Ringstücke in die Röhrensohle eingebaut, durch welche die Pfähle eingelassen werden können. Jedes Ringstück hat die Breite von zwei Ringen, 1,52 m, und läfst einen Pfahl durch von 81 cm Durchmesser mit einem Schraubenblatte von 1,42 m Durchmesser. B—s.

Bahn-Oberbau.

Förderung der Verwendung von Holzschwellen.

Der Verein zur Förderung der Verwendung des Holzschwellen-Oberbaues hielt am 23. März 1907 in Berlin eine Versammlung ab, an der sich eine grofse Zahl von eingeladenen Bahningenieuren und Beamten beteiligte.

Den Vorsitz führte Konsul Segall, Direktor der Rütgerswerke. Der Generalsekretär des Vereines, Regierungsbaumeister a. D. Schwabach, Geschäftsführer der Dübelwerke G. m. b. H. erörterte die Frage der »Bettung und Unterschwellung in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit«. Bei dem Vergleiche der Vorteile der Holz- und der Eisen-Schwelle hat die Bettung nicht immer genügende Berücksichtigung gefunden, obwohl sie und die Unterschwellung in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnisse stehen. Die Bettung gehört zum Oberbaue, bildet sogar einen sehr wesentlichen Bestandteil, was schon daraus hervorgeht, dafs die Ausgaben für Bettung in den letzten 25 Jahren für die deutschen Bahnen mit 1435 mm Spur ohne die etwa ebenso hoch zu veranschlagende Fracht etwa 200 Millionen M. betragen haben.

Die jährlichen Ausgaben für die Bettung haben eine Steigerung erfahren, die die Vergröfserung des Bahnnetzes weit überschreitet. Diese Steigerung der Ausgaben ist zum gröfsten Teile auf die vermehrte Anwendung der eisernen Schwelle zurückzuführen. Die eiserne Schwelle läfst sich ihrer Form wegen nicht so sicher in der Bettung lagern, wie die hölzerne, deshalb wird nicht nur bei der Verlegung, sondern noch mehr bei der Unterhaltung eine erhebliche Zerkleinerung und Zerstörung der Bettung durch die Stopfwerkzeuge verursacht. Dazu kommt, dafs die eiserne Schwelle die Einwirkung der Fahrzeuge wegen der Eigenschaften ihres Stoffes und ihrer geringen Masse voll auf die Bettung überträgt, während die Holzschwelle als Puffer wirkt und die Bettung schützt. Die Zerstörung der Bettung ist bei der eisernen Schwelle um so gefährlicher, als sie das eindringende Niederschlagwasser durch ihre trogartige Form in sich einsaugt und in der Bettung festhält, sodafs Schlammbildungen eintreten und die Bettung unter der Schwelle nach kurzer Zeit eine undurchlässige Masse bildet. Die Holzschwelle dagegen drückt die eingedrungene Feuchtigkeit fort und trägt dadurch selbst dazu bei, ihr Bett rein zu halten.

Bei eintretendem Tauwetter kommt bei der eisernen Schwelle wegen der guten Wärmeleitung zunächst die Bettung unter der Schwelle zum Auftauen, während die darunter liegenden Massen noch gefroren bleiben. Bei der Holzschwelle dagegen kommt zunächst die Bettung zwischen den Schwellen zum Tauen, sodafs das Wasser aus den Bettungsteilen unter den Schwellen sogleich beim Entstehen freien Abflufs findet.

Man hat diese Mängel bei der Verwendung eiserner Schwellen zu beseitigen gesucht, indem man hochwertige Bettung von besonderer Härte und bestimmter Gröfse und Form verwendet. Die Einwirkung dieser Mafsnahme geht aus dem stetigen Steigen der Kosten für die Bettung hervor.

Der Vortragende hat aus der im Reichseisenbahnamte geführten Statistik aus den Jahren 1880—1905 ermittelt, dafs sich der Verbrauch an Bettung vom Jahre 1880 bis zum Jahre 1905 versechsfacht, die Kosten für die Beschaffung sogar verelffacht haben, während das Netz nur auf das Dreifache gestiegen ist, trotzdem in dieser Zeit durch die vollständige Entfernung des Langschwellen-Oberbaues eine Verminderung dieser Kosten hätte erwartet werden können. Nach Ansicht des Vortragenden ist diese Steigerung der Kosten für Bettung in der Hauptsache auf die Steigerung des Verhältnisses der Zahl der Eisen- zu der der Holzschwellen beinahe auf das Zehnfache zurückzuführen.

In der anschliefsenden Erörterung durch Generaldirektor Baurat Beukenberg, Oberingenieur Victor, Regierungsrat a. D. Dr. Leidig vom Zentralverbande deutscher Industrieller, Herrn Apreck und den Vortragenden wurde trotz

mancher zu Tage tretenden Verschiedenheit der Ansichten über die Vorzüge der Holz- und der Eisen-Schwelle im ganzen Einigkeit darüber erzielt, dafs die eiserne Schwelle gröfsere Ansprüche an die Bettung stelle, als die hölzerne, und dafs daher ein zutreffender Vergleich zwischen dem Oberbaue mit eisernen und dem mit hölzernen Schwellen nicht angestellt werden könne, ohne dabei auch die Bettung gebührend zu berücksichtigen.

Maschinen- und Wagenwesen.

Dampf-Triebwagen.*)

(Engineering 24. August 1906, S. 264 bis 271. Mit Abbildung. Engineer 1906, Oktober, November, S. 432, 456.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 bis 11 auf Tafel XXVIII.

Von englischen Eisenbahngesellschaften, insbesondere der Taff Vale Eisenbahn-Gesellschaft**), sind zur Klärung der Frage der Wirtschaft des Betriebes mit Triebwagen statt mit Zügen Versuche und eingehende Vergleichsrechnungen angestellt worden, wobei für den elektrischen Betrieb nachstehende Betriebsmöglichkeiten in Betracht gezogen wurden:

1. Speicherwagen,
2. Stromzuführung durch dritte Schiene,
3. Stromzuführung durch Oberleitung,
4. Besondere Hin- und Rückleitung-Schienen,
5. Stromerzeugung durch auf dem Wagen befindliche Verbrennungsmaschine, die mit einem Stromerzeuger gekuppelt ist; der Strom dient gleichzeitig zum Laden von Speichern, die auf starken Steigungen oder beim Anfahren neben den Stromerzeuger geschaltet werden.

Die Fälle 3., 4. und 5. erfordern aufserordentlich hohe Anlagekosten und scheiden daher aus.

Das Ergebnis der Untersuchungen für Fall 1. und 2. im Vergleiche mit Lokomotiven- und Dampfwagenbetrieb ist aus Zusammenstellung I zu ersehen. Es zeigt sich, dafs bei dem elektrischen Betriebe die Anlagekosten sehr bedeutende sind, dagegen erweisen sich Dampf-Triebwagen als durchaus wirtschaftlich.

Aufser bei der Taff Vale Eisenbahn-Gesellschaft sind auch bei anderen Gesellschaften Dampfwagen in Anwendung. Über die hauptsächlichsten Abmessungen einiger dieser Fahrzeuge

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart Band IV, 1. Auflage, S. 396.

**) Eisenbahntechnik der Gegenwart Band IV, 1. Auflage, S. 478.

Zusammenstellung I.

	Dampflokomotiven mit Wagenzug	Speicher-Wagen: Eigenes Kraftwerk	Speicher-Wagen: Strom für 8 Pf./K.W.St.	Stromzuführung durch dritte Schiene: Strom für 8 Pf./K.W.St.	Dampfwagen
Anlagekosten . . .	Lokomotiven 14660 M Wagen . . . 35400 M 50060 M	Wagen . . . 80000 M Kraftwerk . 23000 „ 103000 M	Wagen . . . 80000 M Umformer . 2000 . 82000 M	Wagen . . . 27000 M Stromzuführungsschiene 9,6 km . . 142720 „ 145420 M	Wagen 42000 M
Zinsen 4%	2000 M	4120 M	3280 M	6780 M	1680 M
Unterhaltung Löhne .	19500 M	14320 M	10840 M	13600 M	5020 M
Unkosten	21500 M	18440 M	14120 M	20380 M	6700 M
Kosten für 1 km bei 17700 km im Jahre .	1,22 M	1,04 M	0,80 M	1,15 M	0,38 M

Zusammenstellung II.

Eisenbahn	Zahl der Plätze I.	Zahl der Plätze III.	Länge mm	Zylinder Durchmesser mm	Zylinder Hub mm	Last auf Triebgestell t	Last auf Lauf-Drehgestell t	Rostfläche qm	Heizfläche qm	Raddurchmesser am Triebgestelle mm	Wasserinhalt cbm	Zugkraft kg	Kessel Bauart	Kessel Druck at	Heizrohre Zahl	Heizrohre Durchmesser mm	Geschwindigkeit km	Bemerkungen
Taff Vale Bahn	16	57	21400	266	355	31,2	11,4	0,92	42,6	1066,8	2,5	2400	Doppelkessel mit 2 Rauchkammern	12,6	2×232	42,5	56	Dampfheizung, Fettgasbeleuchtung, Dampf- und Hand-Bremse
Canadische Pacific-Bahn . . .	52		21900	254	381	59,5		—	55	1066,8	3.4	1150	Schiffszylinderkessel mit rückkehrendem Zuge	11,2	—	—	—	Ölfeuerung mit Überhitzer. Azetylengasbeleuchtung
Englische Grofse Zentralbahn . .	16	34	18700	305	406	30,1	15	1,2	57	1177	2,5	3500	Stehender Kessel	10,5	—	—	—	Luftsaugebremse und Handbremse. Dampfheizung. Elektrische Beleuchtung
Englische Südost u. Chatham Bahn	56		19400	254	381	24,9	14,2	0,82	35,5	1124	1,82	2040	Lokomotivkessel mit Belpaire Feuerkiste	11,2	—	—	—	
Grofse Nordbahn, Irland	20	39	18700	305	406	25.9	15,2	1,07	60,06	1177	2,5	3060	Stehender Kessel	12,3	420	32,7	—	

gibt Zusammenstellung II Auskunft. In Abb. 7 bis 11, Taf. XXVIII ist ein Dampfwagen der Taff Vale Eisenbahn-Gesellschaft für die Versuchsfahrten dargestellt.

Die Vorteile der Dampf-Triebwagen für Beförderung von Reisenden werden kurz wie folgt zusammengefaſst.

Bei der Kleinheit der Zugeinheit läſst sich eine häufigere Beförderungsgelegenheit mit günstigerm Verhältnisse der toten Last und der beförderten Reisenden schaffen. Die Kosten für ein Zug-Kilometer betragen dabei nur ungefähr ein Drittel der Kosten eines gewöhnlichen Lokomotivzuges. Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist wegen der höhern Anfahrbeschleunigung gröſser; demgemäſs ist auch ein häufigeres Halten selbst bei nur sehr geringem Verkehre angängig, ohne die Reisezeit über Gebühr zu verlängern. B—ff.

Dampftriebwagen der bayerischen Staatsbahnen.

(Engineer, 12. Okt. 1906, S. 380. Mit Abb.)

Der von Maffei für die bayerischen Staatsbahnen erbaute Dampftriebwagen ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen, von denen das vordere, als besondere Lokomotive gebaute, ausfahrbar ist. Der Kessel ist ein regelrechter Lokomotivkessel mit selbsttätiger Rostbeschickung durch Schüttrichter.

Bemerkenswert sind zwei gegenläufige Kolben in beiden Zylindern, die zwischen den Triebachsen auf beiden Auſsenseiten des Rahmens eingebaut sind. Diese besondere Triebwerksanordnung bezweckt eine Verminderung der schädlichen Wirkungen der hin- und hergehenden Massen.

Der Triebwagen mit Abteilen III. Klasse für Raucher und Nichtraucher faſst 85 Personen. Sein Dienstgewicht beträgt 51,5 t. Er vermag zwei Beiwagen von je 40 t mit einer Höchstgeschwindigkeit von 65 km/St. zu befördern.

Der Kesseldruck beträgt 16 at, der Zylinder-Durchmesser 200 mm, der Hub 2×260 mm, die Heizfläche 41 qm, die Überhitzerfläche 7 qm und das Dienstgewicht der Lokomotive allein 18,2 t. Pf.

Neue Vorort-Lokomotiven der London und Nord-Westbahn.

(Engineer, 19. Oktober 1906, S. 402. Mit Abb.)

Für den schweren Vorortverkehr mit Manchester sind von der London und Nord-Westbahn Tenderlokomotiven mit zwei Triebachsen, vorderm zweiachsigem Drehgestelle und hinterer Laufachse beschafft worden.

Der Aufsatz gibt auſser der Abbildung die Hauptabmessungen: Dienstgewicht 74 t und Heizfläche 180,3 qm. Pf.

Abmessungen von Zylindern bei Verbund-Lokomotiven.

(Engineer, 21. September 1906, S 298.)

Der Verfasser des Aufsatzes weist auf eine seiner Ansicht nach schwer erklärbare Erscheinung hin. Bei der englischen groſsen Nordbahn sind versuchsweise zwei Verbundlokomotiven mit fast denselben Abmessungen im Betriebe, die sich nur in den Zylinder-Gröſsen unterscheiden.

Die eine, im »Vulkan« erbaut, hat 356 mm Hochdruck- und 584 mm Niederdruck-Zylinder-Durchmesser bei 660 mm Hub; die andere bei »the Doncaster« hergestellte 300 mm Hochdruckzylinder-Durchmesser bei 508 mm Hub und 407 mm Niederdruckzylinder-Durchmesser bei 660 mm Hub.

Beide Lokomotiven laufen in demselben Dienstplane und befördern Züge von 350 t mit 83 km/St., gleichwohl ist ein Unterschied im Laufe und im Heizstoffverbrauche kaum nachweisbar.

Der Verfasser weist auf einen Unterschied in der Bauart hin; bei der Doncaster-Lokomotive kann man in Steigungen willkürlich mit Zwillingswirkung arbeiten, bei der Vulkan-Lokomotive nur beim Anfahren. Er selber hält jedoch diese Erklärung nicht für ausreichend und erwartet Aufklärung aus dem Leserkreise. P—f.

Neue Verbund-Lokomotive der italienischen Staatsbahn, adriatische Bauart.

(Engineer, 28. September 1906, S. 311 ff., mit Abb.)

Der Aufsatz gibt eine kurze Beschreibung der 3/5 gekuppelten Vier-Zylinder-Schnellzug-Lokomotive der italienischen Staatsbahnen neuester 2. C. 0-Bauart mit vorderm Drehgestelle. Der Kohlenvorrat von 4 t befindet sich auf der Lokomotive, während der Wasservorrat von 20 cbm auf einem besondern dreiachsigen Wagen mit kesselförmigem Behälter mitgeführt wird.

Die Beschreibung einiger Einzelheiten, wie Kolbenschieber, Regler und Achslagerführungsstücke, die den Achslagern eine Drehung in der senkrechten Ebene der Achswellen gestatten, gibt die Quelle.

Zum Schluſs folgte eine Zusammenstellung der Hauptabmessungen: Heizfläche 221 qm, Dienstgewicht 70,5 t, Höchstgeschwindigkeit 128 km/St.

Die Lokomotive läuft mit dem Führerstande voraus; die Handhaben für den Führer sind dem entsprechend eingebaut. P—f.

Festlegung von Regelbauarten für Lokomotiven in Amerika.

(Engineer, 5. Oktober 1906, S. 338 ff.)

Um Ersparnisse bei Beschaffung und Ausbesserung von Lokomotiven zu erzielen, setzte als erste die «Chicago, Rock Island und Pacific Bahn«, die auf einer Betriebslänge von rund 11000 km 1200 Lokomotiven im Dienste hat, einen Ausschuſs zur Festlegung von Regelbauarten ein. Ihrem Beispiele folgten sogleich die unter einer Leitung stehenden «Süd-Pacific», «Union Pacific» und «Chicago und Alton« Bahn, die auf einer Betriebslänge von zusammen 20000 km 2500 Lokomotiven haben.

Lokomotiven und Tender wurden in acht verschiedene Bauarten geteilt, deren einzelne Teile überwiegend austauschbar sind. Diese Teile werden eingehend beschrieben.

Festgelegt wurden folgende Bauarten:

1. 3/6 gekuppelte Vier-Zylinder-Verbund-Schnellzug-Lokomotive 2. C. 1 mit vorderm Drehgestelle;
2. 2/5 gekuppelte Vier-Zylinder-Verbund-Schnellzug-Lokomotive 2. C. 0 mit vorderm Drehgestelle;
3. 3/6 gekuppelte Personenzug-Lokomotive 2. C. 1. mit vorderm Drehgestelle;

4. 2/5 gekuppelte Personenzug-Lokomotive 2. C. 0. mit vorderm Drehgestelle;
5. 4/5 gekuppelte Güterzug-Lokomotive leichter 1.D.0-Bauart;
6. 4/5 gekuppelte Güterzug-Lokomotive schwerer 1.D.0-Bauart;
7. 3/4 gekuppelte Eil-Güterzug-1.C.0-Lokomotive;
8. 3/3 gekuppelte 0. C. 0.-Verschiebe-Lokomotive.

P—f.

Neueste Schnellzug-Lokomotive der englischen Süd Ost und Chatam Bahn.

(Engineer, 5. Oktober 1906, S. 341 ff.)

Der Verfasser des Aufsatzes gibt einige Zahlen von den Versuchsfahrten der im Engineer vom 8. Juni 1906 beschriebenen Schnellzug-Lokomotive unter ausführlicher Beschreibung der Fahrten wieder. P—f.

Versuchseinrichtung für hängendes Gasglühlicht.*)

(Revue générale des chemins de fer, 29. Jahrgang, 2. Halbjahr, September 1906, Nr. 3, S. 154. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 3 auf Tafel XXVII.

Das Gasglühlicht ist im Eisenbahnbetriebe im Gegensatz zu seinen sonstigen Anwendungsgebieten zahlreichen und starken Erschütterungen ausgesetzt. Dieser Umstand verkürzt die Lebensdauer der Glühstrümpfe und verteuert damit diese Beleuchtungsart. Die französische Westbahn-Gesellschaft, welche seit dem Jahre 1905 bereits 1000 Wagen mit Glühlichtbeleuchtung aus Steinkohlengas ausgerüstet hat**), hat eine Einrichtung gebaut, um durch Versuche die zweckmäfsigste Aufhängungsweise des Glühstrumpfes festzustellen. Hierbei wurde besonderer Wert darauf gelegt, dafs alle an einem fahrenden Wagen auftretenden störenden Bewegungen in natürlicher Stärke wiedergegeben werden.

An einer Stange, die an beiden Enden in federnden Winkeln ruht, sind 10 Versuchslampen aufgehängt. Über der Mitte und am einen Ende sind die feststehenden Elektromagnete H und C (Abb. 3, Taf. XXVII) angebracht, die der Versuchseinrichtung senkrechte oder wagerechte und je nach dem Grade der Erregung verschieden starke Stöfse erteilen können. Die Reihenfolge, Anzahl und Stärke dieser Bewegungen werden durch den »Servomotor« A bestimmt, dessen Uhrwerk in den Stromkreis eingeschaltet ist.

Der von E kommende Strom geht einerseits nach A, anderseits zweigt er bei b ab zum Elektromagneten H, geht durch den Stromschliefser c, das Lampengestell und die Widerstandslampe d, und schliefst bei f den Stromkreis. Durch die Selbstunterbrechung bei e entsteht eine schwingende Bewegung des Lampengestelles. Gleichzeitig dreht der »Servomotor« durch die Schraube ohne Ende g die Daumenscheibe S. Die Daumen schieben die Ebonitspitze der Feder J nach rechts und führen so Berührung mit K und der Zuleitung zum »Servomotor« herbei. Hierdurch erhält die Widerstandslampe d Kurzschlufs und die magnetische Erregung von H steigt. Diese zweimal in der Sekunde erfolgende verstärkte Anziehung des Lampengestelles gibt die verstärkte Federschwingung über dem Schienenstofse wieder.

Durch dasselbe Mittel der Selbstunterbrechung bewirkt der Elektromagnet C die beim Durchfahren einer Weichenstrafse, sowie beim Anfahren und Bremsen auftretenden wagerechten Stöfse. Zu diesem Zwecke wird durch die gleichfalls vom »Servomotor« betätigte Daumenscheibe l alle 15 Sekunden der Stromkreis über m, Lampe o, Stromschliefser p, Magnet C, Lampe n und Punkt b geschlossen. Aufserdem wird durch das Uhrwerk alle 30 Sekunden das Pendel B ausgelöst. Während seiner drei bis vier Schwingungen schliefst es ebenso oft den Strom bei q. Hierdurch erhält die Widerstandslampe o Kurzschlufs und die wagerechte Erschütterung des Lampengestelles wird verstärkt.

Die Versuchseinrichtung nimmt sehr wenig Platz ein und bedingt den Aufwand einer zehnkerzigen Lampe. Rgl.

*) Organ 1907, S. 35 und 60.

**) Organ 1906, S. 104.

3/5 gekuppelte 2.C.0-Vierzylinder-Verbundlokomotive von E. Breda, Mailand.

(Engineering, 28. Sept. und 5. Okt. 1906. S. 422. Mit Abb.)

Die von der italienischen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft Ernesto Breda in Mailand gebaute Lokomotive ist für die Beförderung von Schnellzügen bestimmt. Eine Lokomotive dieser Bauart war in Mailand 1906*), eine ähnliche Lokomotive bereits 1900 in Paris ausgestellt. Entgegen der sonstigen Gewohnheit ist der Kessel mit der Rauchkammer hinten und das Führerhaus vorn angeordnet, um den Überblick über die Strecke frei zu machen. Das führende Drehgestell liegt unter dem Führerhause, die Zylinder liegen am hintern Ende unter der Rauchkammer.

Die Kohlen sind an den Führerhauswänden in Taschen mit seitlichen Klappen untergebracht; das Wasser wird in einem besondern Kesselwagen mitgeführt.

Die vier Zylinder liegen in einer Ebene, die inneren geneigt, und arbeiten auf die mittlere der drei Kuppelachsen; beide Hochdruckzylinder befinden sich auf der rechten, beide Niederdruckzylinder auf der linken Seite. Die beiden Zylinder jeder Seite bilden mit dem dazu gehörigen Schieberkasten ein Gufsstück. Die Dampfverteilung wird für je zwei Zylinder durch einen Kolbenschieber bewirkt, der durch eine Heusinger-Steuerung angetrieben wird. Zum Anfahren erhält der Verbinder Frischdampf vom Regler. Die Kuppelachsen und die Laufachsen sind je für sich zusammen bremsbar.

An Besonderheiten hat die Lokomotive Achsbüchsen mit Führungen von Zara und einen Ventilregler mit Kolbenführung und mit Entlastungsventil ebenfalls von Zara, ferner sind am Kessel die seitlichen Stehbolzen aus Manganbronze und die Heizrohre aus Messing.

Für alle wesentlichen Teile sind die Vorschriften genau angegeben.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind folgende:

*) Organ 1907, S. 53, Abb. 13, Taf. XV.

Durchmesser der Hochdruckzylinder d	360	mm
» » Niederdruckzylinder d_1	590	»
Kolbenhub h	600	»
Triebraddurchmesser D	1920	»
Laufraddurchmesser	1095	»
Kesseldurchmesser	1350	»
Entfernung zwischen den Rohrwänden	4000	»
125 Serve-Rohre, äufserer Durchmesser	70	»
4 glatte Heizrohre, » »	50	»

Ganze Heizfläche H	206	qm
Rostfläche R	3	»
Kesselüberdruck p	15	at
Reibungsgewicht L_1	43,5	t
Ganzes Dienstgewicht der Lokomotive L	70,5	t
Höchstgeschwindigkeit	90	km/St.
Kohlenvorrat	5000	kg
Wasserraum im Kesselwagen	20	cbm

D—r.

Signalwesen.

Die Blocksignale der Berliner Hoch- und Untergrund-Bahn.

(Schweizerische Bauzeitung 1907, Januar, Band IL, S. 12. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 bis 7 auf Taf. XXVII.

Bei der Blockung der Berliner Hoch- und Untergrund-Bahn sind für jede Blockstrecke zwei Felder vorhanden, und zwar am Eingange der Strecke das »Blockfeld«, welches die Verriegelung beziehungsweise Freigabe des betreffenden Signales bewirkt, und am Ende der Strecke das »Endfeld«, welches dem Wärter anzeigt, ob sich ein Zug in der rückliegenden Strecke befindet. Auf der Weststrecke besitzt jede Station ein Einfahr- und ein Ausfahr-Signal; für die Stationen dieser Strecke mufste daher eine eigentümliche Schaltung gewählt werden, um in Abständen von nur 2,5 Minuten fahren zu können.

Die Blocks der Zwischenstationen der oberirdischen Linie haben je einen vierfelderigen Block (Abb. 4, Taf. XXVII); die Felder, von denen je zwei gekuppelt sind, haben die Bezeichnung: 1. Blockfeld, 2. Einfahrfeld, 3. Endfeld, 4. Ausfahrfeld. Die Riegelstange des Blockfeldes 1 wirkt auf die Winde a des Ausfahrsignales A, die Riegelstange des Ausfahrfeldes 4 auf die Winde e des Einfahrsignales E. Zwei Radtaster t_e und t_a betätigen die Sperrmagnete s und s_1 der Druckstangen 1 und 4; in Abb. 4 bis 6, Taf. XXVII sind der Übersichtlichkeit halber die Sperrmagnete an der Riegelstange statt an der Druckstange angebracht gezeichnet. Befindet sich ein Zug in einem Blockabschnitte, so ist sowohl das Blockfeld 1 der rückliegenden, als auch das Endfeld 3 der vorliegenden Station (Abb. 4, Taf. XXVII) rot. Der einfahrende Zug betätigt den Radtaster t_e, der Sperrmagnet s wird erregt und die Sperrung der Blocktaste $^3/_4$ aufgehoben. Nachdem das Einfahrsignal auf »Halt« gestellt ist, wird die Blocktaste $^3/_4$ bedient. Das Endfeld 3 wird weifs, das Einfahrfeld 2 rot und die Kurbel e verriegelt, das Ausfahrfeld 4 rot und das Blockfeld der rückliegenden Station weifs. Der ausfahrende Zug betätigt den Radtaster t_a, der Sperrmagnet s_1 wird erregt und die Sperrung der Blocktaste $^1/_2$ aufgehoben. Nachdem das Ausfahrsignal auf »Halt« gestellt ist, wird die Blocktaste $^1/_2$ bedient. Das Blockfeld 1 wird rot und die Kurbel a verriegelt, das Einfahrfeld 2 weifs und die Kurbel e entriegelt, das Ausfahrfeld 4 weifs und das Endfeld der vorliegenden Station rot.

Auf der unterirdischen Linie treten an Stelle der Flügelsignale Glühlampen und an Stelle der Windenkurbeln Lampenschalter. Die Lampen zeigen für »Halt« rotes und für »Fahrt« grünes Licht, die Lampen des Vorsignales für »Achtung« weifses Licht mit dem Buchstaben A. Der Schalter a der Ausfahrlampen (Abb. 5, Taf. XXVII) wird durch die Riegelstange des Blockfeldes 1, der Schalter e der Einfahrlampen durch die Riegelstange des Ausfahrfeldes 3 freigegeben oder verriegelt. Feld 2 ist das Einfahrfeld, Feld 4 das Endfeld. Aufserdem ist mit der Blocktaste $^1/_2$ ein Sperrfeld 5 verbunden, dessen Stange die selbsttätige Umschaltung der Ausfahrlampen von »grün« auf »rot« zu besorgen hat. In der »Halt«-Stellung der Schalter e und a und in der Ruhelage der Stange Z (Abb. 7, Taf. XXVII) läuft der Lichtstrom wie folgt: + Pol, Schalter a, in die nebeneinander geschalteten roten Lampen des Ausfahrsignales A, Schalter e, in die roten Lampen des Einfahrsignales E, in die Lampen des Vorsignales E_1, durch die gemeinsame Rückleitung beziehungsweise durch die Fahrschienen in die zum — Pole führende Kabelleitung. Ist für die Ausfahrt eines Zuges der Schalter a auf »Fahrt« gestellt, so erfolgt die Umstellung des Ausfahrsignales A auf »Halt« unmittelbar durch den fahrenden Zug. Der Zug betätigt den Radtaster, der Elektromagnet des Sperrfeldes wird erregt, die Sperrstange Z schnellt empor und bewirkt die Umschaltung des Lichtstromkreises. Der Schliefshebel m gleitet vom Wulste o herunter und schliefst zusammen mit dem Hebel q den Stromkreis der obern und untern roten Lampen, der Hebel n wird durch den Wulst p gehoben und unterbricht den Kreis der grünen Lampen. Die Aufwärtsbewegung von Z verwandelt ferner das Sperrfeldfenster von schwarz in weifs. Dann wird der Schalter a auf »Halt« gestellt und die Blocktaste $^1/_2$ bedient. Nach dem Loslassen senkt sich die Stange Z wieder.

In Abb. 6, Taf. XXVII sind die Signaleinrichtungen auf der als oberirdisch angenommenen Endstation angedeutet. Der Block hat die Felder: 1. Endfeld, 2. Einfahrfeld, 3. Ausfahrfeld. Die Riegelstange des Einfahrfeldes 2 wirkt auf die Winde e des Einfahrsignales E. Die Riegelstange der Blocktaste 3 greift in den Fahrstrafsenschieber des Stellwerkes, ihr Sperrmagnet s_1 wird durch den Radtaster t_a betätigt. Die Ausfahrwinde a steht also mit der Blockeinrichtung nicht in Verbindung. Nachdem der Zug ausgefahren, fährt er ohne weiteres auf dem zweiten Gleise nach der entgegengesetzten Richtung, da auch an das hintere Ende ein Triebwagen gestellt ist.

Auf der ganzen Hoch- und Untergrund-Bahn wird als Rückleitung der Blockströme nicht die Erde benutzt, zur Fernhaltung der Starkströme der Triebmaschinen und der Beleuchtung sind vielmehr je zwei miteinander arbeitende Blockfelder durch besondere Hin- und Rückleitungskabel zu einer Schleife verbunden.

B—s.

Technische Litteratur.

British Engineering Standards Coded Lists. Issued by authority of the Engineering Standards Committee. Vol. 4. Material used in the construction railway rolling stock. Standard locomotives for indian railways. Published by R. Atkinson, London, limited. London W. C, 10 Essex Street, Strand.

Der Zweck des Werkes ist die Erleichterung und Verbilligung des telegraphischen Verkehres betreffend alle Teile der Eisenbahnfahrzeuge und der Lokomotiven der indischen Staatsbahnen.

Beteiligt an der Aufstellung sind:

die englische Regierung,
die Institution of Civil Engineers,
" " " Mechanical Engineers,
" " " Electrical "
" " " Naval Architects,
das Iron and Steel Institute.

Der Band teilt die Entstehungsgeschichte und die Arbeiten des Ausschusses mit.

Sachlich enthält der Band eine knappe, vollständige Beschreibung aller Fahrzeugteile und der ganzen indischen Lokomotiven, nebst den Lieferungs-Bedingungen und Abnahme-Verfahren. Jeder Teil, aber auch jede regelmäfsig vorkommende, den einzelnen Teil betreffende Frage und die Antwort darauf sind mit einem nebengedruckten, tatsächlich vorkommenden englischen Worte versehen, das den Teil, die Frage oder die Antwort bezeichnet. Verwandte Teile, Fragen und Antworten tragen als Bezeichnung meist zusammengesetzte Worte, bei denen der erste Teil innerhalb der Verwandtschaft derselbe ist.

An der Aufstellung des Lokomotive-Code ist Charles S. Lake, an der des Carriage and Wagon-Code Sidney Stone als Verfasser beteiligt.

Das Werk entspricht in erster Linie den besonderen Bedürfnissen des Verkehres zwischen dem englischen Mutterlande und den Kolonien, und wird, wie ähnliche Aufstellungen für andere Gewerbezweige, viel benutzt. Es bildet zugleich aber eine knappe und übersichtliche Zusammenstellung der Grundlagen des Lokomotiv- und Wagen-Baues in England.

Dafs ein solches, den raschen Verkehr in weite Entfernungen wirtschaftlich ermöglichendes Werk ein höchst wirksames Mittel zur Belebung der Ausfuhr in überseeische Länder bildet, liegt auf der Hand. Bestellungen oder Nachfragen können durch ein Telegramm von einem Worte erledigt werden. Es ist zu erwägen, ob sich nicht auch für unsere Verhältnisse die Ausarbeitung solcher Telegramm-Anweisungen durch Gruppen der Hauptvertreter unseres Grofsgewerbes für den Ausfuhrhandel lohnt. die kleineren Werke und Gewerbe würden sich zweifellos einem solchen weit reichenden, das deutsche Gewerbe aller Welt unmittelbar zugänglich machenden Verkehrsmittel schnell anschliefsen.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri spezialisti. Unione tipografico editrice torinese. Turin, Mailand, Rom, Neapel.

Hefte 221, 222 und 222bis. Vol. II. Teil III. Cap. XIII. Beleuchtung der Bahnhöfe von Ingenieur Dante Fiorentini. Preis 1,6 M. für jedes Heft.

Manuel de la Machine à vapeur. Guide pratique donnant la description du fonctionnement et des organes des machines et des chaudières à vapeur à l'usage des mecaniciens, chauffeurs, dessinateurs et propriétaires d'appareils à vapeur par Édouard Sauvage, professeur à l'école nationale supérieure des mines et au conservatoire national des arts et métiers. Paris, Ch. Béranger, 1905, Rue des Saint-Pères 15.

Das Werk liefert eine vollständige, allgemein verständliche Beschreibung der Dampfmaschine in allen wichtigen Gestaltungen, auch der Turbine, mit den Verfahren zur Leistungsbestimmung und der verschiedenen Kesselarten.

Die leicht verständliche Darstellungsweise, welche keine theoretischen Vorkenntnisse voraussetzt, wendet sich namentlich an den Kreis solcher am Maschinenwesen Beteiligter, die nicht in der Lage waren, sich theoretische Kenntnisse und die dafür erforderlichen Hülfswissenschaften anzueignen, und da dieser Kreis an Zahl seiner Mitglieder in raschem Wachsen begriffen ist, so ist ein solches allgemein wirksames Werk besonders willkommen.

Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Weltausstellung in St. Louis 1904. Von Professor M. Buhle und Diplom-Ingenieur W. Pfitzner in Dresden. Sonderdruck aus »Dinglers Polytechnisches Journal«, nebst einem Anhange: Das Automobilwesen auf der Weltausstellung in St. Louis, von Diplom-Ingenieur W. Pfitzner. Berlin, R. Dietze, 1905. Preis 3,0 M.

Neben einer kurzen Darstellung des Verkehrswesens von St. Louis und im Ausstellungsgebiete gibt der Bericht eine sehr vollständige Übersicht des ganzen Beförderungswesens zu Lande, soweit es in der Ausstellung vertreten war, und dieses Mafs betrifft so ziemlich den ganzen Umfang. Daraus folgt schon, dafs der mit vielen Abbildungen ausgestattete Bericht für den Eisenbahnfachmann ganz besondere Bedeutung besitzt, zumal er auch mit der Erörterung der theoretischen Grundlagen und Beurteilung vieler der beschriebenen Gegenstände ausgestattet ist. Wir weisen deshalb auf diesen Sonderdruck besonders hin.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. Alle Rechte vorbehalten. **7. und 8. Heft. 1907.**

Die elektrischen Stellwerke auf dem Bahnhofe Schwerte.

Von **Schepp,** Regierungs- und Baurat in Elberfeld.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XXIX bis XXXVI.

(Fortsetzung von Seite 109.)

C. Der elektrische Signalantrieb.

(Abb. 10a bis 12, Taf. XXX.)

Der Signalantrieb wird durch ein elektrisches Triebwerk in Tätigkeit gesetzt, das dem des Weichenantriebes gleich ist und bei einer Umstellung 62 Umdrehungen macht.

Das Triebwerk 1 trägt auf seiner Ankerwelle das Trieb 2, das das Zahnrad 3 und mittels der Reibungskuppelung 4 die Schnecke 5 antreibt, die in das Schneckenrad 6 eingreift. Die Reibungskuppelung 4 ermöglicht, dafs sich der Anker des Triebwerkes durch seine lebendige Kraft wie beim Weichenantriebe weiterdrehen kann, auch wenn das Schneckenrad schon in einer seiner beiden Endlagen den festen Anschlag am Bolzen 7 gefunden hat. Mit dem Schneckenrade 6 fest verbunden ist der doppelarmige Hebel 8, der nach Drehung des Schneckenrades um etwa 320° den Doppelhebel 10 mittels der Lasche 9 um 90° bewegt hat. Der Hebel 10 überträgt seine Bewegung durch die Schubstange 11 auf die um den Bolzen 12 drehbare Schwinge 13, die für jeden zu bewegenden Signalarm mit einem Hebel 14 durch ein Kniehebelgelenk 15 und 16 verbunden ist. Jeder Hebel 14 bewegt mittels des Gestänges 18 einen Signalarm. Die Antriebstange 18 hat die Gegenkrümmung erhalten, damit ihr unterer Drehzapfen, der Hebel 14 und die daran angeschlossenen Teile mit dem Gehäuse des Antriebes umgeben werden können, das sie gegen unbefugte Eingriffe schützt. Das Kurbelviereck 8, 9, 10 ist so angeordnet, dafs die Stellgeschwindigkeit anfangs beschleunigt, zu Ende verzögert wird.

Die Verbindung zwischen der gemeinsamen Schwinge 13 und den Hebeln 14 ist derart, dafs die Schwinge 13 bei Bewegung des Schneckenrades in die »Fahrt«-Lage, wenn Kuppelstrom vorhanden ist, wenn also der Elektromagnet 19 Strom erhält und daher seinen Anker 20, den Hebel 21 und die Lasche 22 festhält, den Hebel 14 durch die Laschen 15 und 16 in die »Fahrt«-Stellung mitnimmt.

Ist dagegen der Elektromagnet 19 stromlos, hält er also den Anker 20, den Hebel 21 und die Lasche 22 nicht fest, so weichen die Laschen 15 und 16 bei Hebung der Schwinge 13 durch die Schubstange 11 in der Mitte aus. Der Hebel 14 und mit ihm der Signalarm bleiben in der »Halt«-Lage.

Wird der Kuppelstrom unterbrochen, während Antrieb und Signalarm in »Fahrt«-Stellung sind, so verliert das Kniehebelgelenk 15 und 16 seine Stütze durch Anker 20, Hebel 21 und Lasche 22, die Laschen 15 und 16 knicken unter der von dem Signalarme auf den Hebel 14 übertragenen Kraft aus, während Hebel 14 in die »Halt«-Stellung gelangt und der Signalarm auf »Halt« fällt. Gleichzeitig verliert der ungleicharmige Hebel 23 (Abb. 12, Tafel XXX) seine Stütze am obern Ende des Hebels 21 (Abb. 10a, Taf. XXX) und dreht sich unter dem Übergewichte seines längeren Armes und der von ihm geführten Stütze 23a um seine Achse. Die Stütze 23a fällt in die wagerechte Lage, indem sie sich um ihre im Hebel 14 gelagerte Achse dreht, wobei ihr Führungstift in dem länglichen Ausschnitte des Hebels 23 gleitet. Sollte nun versucht werden, den Signalarm an der Stange 18 von Hand erneut auf »Fahrt« zu ziehen, so wird das dadurch verhindert, dafs sich der Hebel 23a gegen die Lagerplatte 17 stemmt.

Läfst man das Triebwerk durch Zurücklegen des Signalhebels im Stellwerke rückwärts laufen, so dreht sich die Schwinge 13 in ihre »Halt«-Lage und nimmt dabei zwangläufig das ganze Kniehebelgelenk nebst Lasche 22, Hebel 21 und Anker 20 mit in die »Halt«-Lage, wobei der Anker 20 an die Pole des Kuppelmagneten 19 gelegt wird. Zugleich stützt der Hebel 21 den Hebel 23 wieder ab und hebt dabei die Stütze 23a so hoch, dafs sie sich beim Ziehen des Signales am obern Ende der Lagerplatte 17 vorbeibewegen kann.

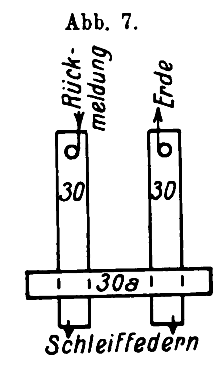
Handelt es sich nach Abb. 10a, 11 und 12, Taf. XXX um ein dreiarmiges Signal, so liegen die drei Kniehebelgelenke 22, 15, 16, 14, die drei Stangen 18 und die drei Elektromagneten 19 neben einander. Wird der Antrieb auf »Fahrt« gestellt, so werden die Signalarme in die »Fahrt«-Stellung gebracht, deren Elektromagnete 19 Kuppelstrom erhalten und daher ihre Knie-

hebelgelenke festhalten. Die übrigen Kniehebelgelenke knicken aus und die zugehörigen Signalarme bleiben in der »Halt«-Stellung.

Der Hebel 14 bewegt sich in einem Schlitze der Lagerplatte 17 und findet darin festen Anschlag, wenn er in die »Halt«-Stellung gelangt. Zugleich hat sich die Hebelverbindung 10, 8 mit dem über dem Gelenke vorstehenden Teile des Hebels 10 (Abb. 12, Taf. XXX) gegen den kürzeren Arm des Hebels 8 gestützt. Dadurch wird die Ankerplatte 20 gegen die Pole des Magneten 19 gedrückt.

In der »Fahrt«-Stellung legt sich der auf einer Hartgummiplatte gelagerte Metallansatz 30a des Hebels 14_1, der den obersten Signalarm bewegt, gegen die beiden Schleiffedern 30, von denen eine nach Textabbildung 7 mit Erde, die andere mit der Rückmeldeleitung verbunden ist. Dadurch wird der Stromlauf für die Signalrückmeldung geschlossen, der im Stellwerke anzeigt, dafs der oberste Arm des Signales auf »Fahrt« steht.

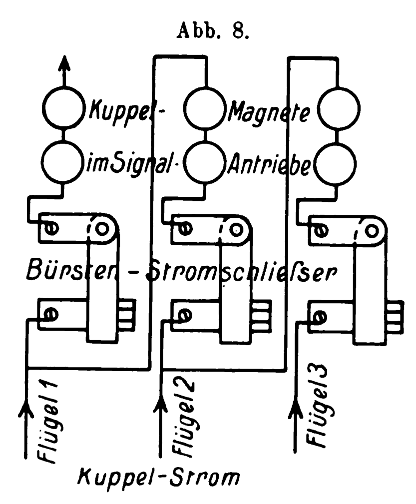
Abb. 7.



Für den zweiten und dritten Signalarm besondere Rückmeldungen einzurichten, ist nicht nötig.

Bei mehrarmigen Signalen ist jeder der die Ankerplatten der Kuppelmagnete tragenden Hebel 21 unter seine Achse 12 hinaus verlängert. Diese Verlängerungen steuern mittels Holzlaschen die Bürstenstromschliefser 31, 31a, die geschlossen sind, solange die Ankerplatten an den Polen der Elektromagnete liegen. Über diese Stromschliefser fliefst nach Textabbildung 8 der Strom, der die Signale kuppelt. Dadurch wird

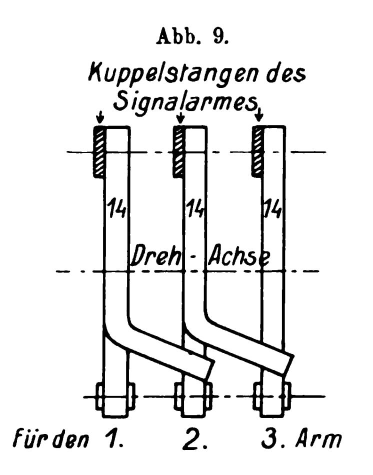
Abb. 8.



verhindert, dafs der Kuppelstrom auch dann fliefst, wenn die Ankerplatten nicht vor den Polen der Kuppelmagnete liegen sollten, wobei zwar der Antrieb in die »Fahrt«-Stellung gehen, aber ein falsches Signal erscheinen würde. Durch die Einschaltung der vorbezeichneten Bürstenstromschliefser wird somit erreicht, dafs das Signal nur dann gezogen werden kann, wenn die Anker der Kuppelmagnete nicht abgefallen sind und die Gewähr geboten ist, dafs die Signalarme der Stellbewegung folgen.

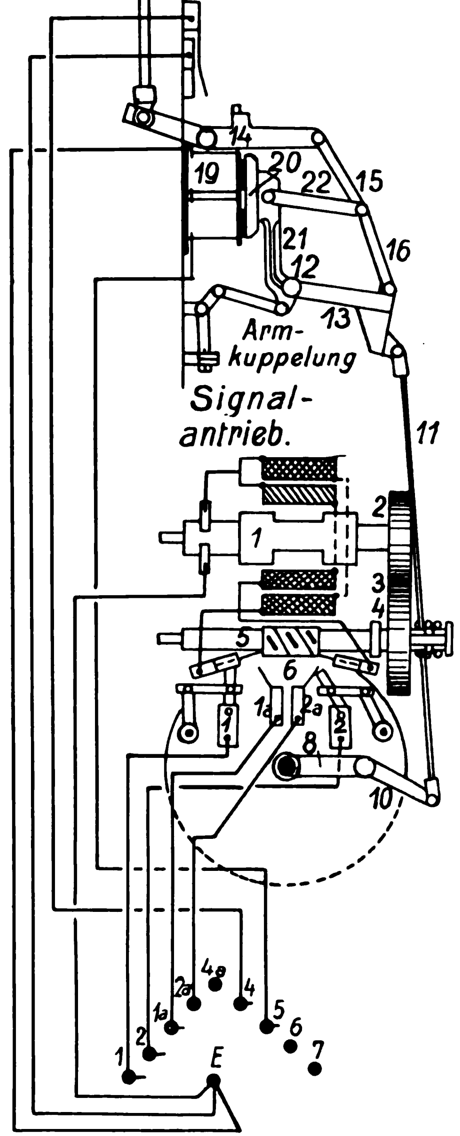
Bei einarmigen Signalen konnte auf die Anbringung eines solchen Stromschliefsers, der vom Hebel 21 betätigt wird, verzichtet werden, weil der Signalgeber am Ausbleiben des Rückmeldestromes erkennt, dafs der Signalarm der Stellbewegung nicht gefolgt ist, falls die Ankerplatte 20 von den Polen des Magneten 19 abgefallen sein sollte.

Abb. 9.

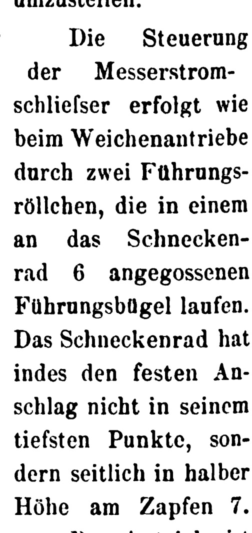


Textabb. 9 zeigt die Hebel 14 eines dreiarmigen Signales in der Aufsicht. Die Hebel 14 für den ersten und zweiten Arm haben seitlich abgebogene Lappen, die sich über den Nachbarhebel legen. Sind drei Arme auf »Fahrt« gestellt und wird der Kuppelstrom unterbrochen, so nimmt der Hebel 14 des ersten Armes beim »Halt«-Fallen der Arme den Hebel 14 des zweiten Armes und dieser wieder den des dritten durch die Überlappung zwangläufig mit. Dadurch wird verhütet, dafs ein falsches Signalbild entsteht, falls der Anker eines Kuppelmagneten an seinen Polen kleben sollte.

Abb. 10.



An der Schneckenachse 5 (Abb. 10a, Taf. XXX und Textabb. 10) ist aufserhalb der Reibungskuppelung ein Vierkant angebracht. Es ist daher bei Prüfung der Vorrichtungen möglich, mittels einer aufgesteckten Kurbel den Antrieb von Hand umzustellen.



Die Steuerung der Messerstromschliefser erfolgt wie beim Weichenantriebe durch zwei Führungsröllchen, die in einem an das Schneckenrad 6 angegossenen Führungsbügel laufen. Das Schneckenrad hat indes den festen Anschlag nicht in seinem tiefsten Punkte, sondern seitlich in halber Höhe am Zapfen 7. Der Antrieb ist

von einem Gehäuse aus Eisenblech umschlossen, das sich beim Öffnen um eine tief liegende Achse gleichlaufend mit den Gleisen drehen und niederlegen läfst.

Das siebenadrige, vom Stellwerke kommende Kabel ist mittels eines Endverschlusses in die Grundplatte des Antriebes eingeführt. Die Kabelbewehrung ist in metallischer Berührung mit dem Endverschlusse und dadurch auch mit den Eisenteilen des Antriebes und des Signales.

Beim Umstellen des Antriebes Textabb. 10 läuft der Stellstrom von 120 Volt von der Klemme 1 des Anschlufsklemmenbrettes nach dem linken Bürstenstromschliefser 1 und von da durch die Wickelungen des Triebwerkes, die Kohlenbürsten nach der Erdklemme E. Das Triebwerk läuft und schaltet gleich nach Beginn der Bewegung den rechten Messerstromschliefser von der Schleiffeder nach der Bürste 2 um, wodurch die rückläufige Bewegung des Antriebes ermöglicht ist. Am Ende der Stellbewegung wird der Messerstromschliefser 1 aus seiner Bürste gezogen und gegen die Schleiffeder gelegt. Dann ist das Triebwerk abgeschaltet und läuft aus, indem die Arbeit in der Reibungskuppelung vernichtet wird. Der Strom von 120 Volt läuft nun von 1 über die Schleiffeder nach der Klemme 1a und von da zum Stellwerke, wo er wie beim Weichenantriebe den Speicherwechsler umschaltet, dabei sich selbst abschaltet und den Überwachungstrom von 30 Volt anschaltet, der jetzt dauernd fliefst. Der Überwachungstrom läfst daher im Stellwerke erkennen, ob sich der Signalantrieb in der Ruhestellung befindet und dabei der Messerstromschliefser 1 an der Schleiffeder anliegt.

Der Signalrückmeldestrom fliefst, wenn das Signal auf »Fahrt« steht, vom Stellwerke über Klemme 4 nach der Schleiffeder 30 und über die Feder 30a zur Erde.

An die Klemme 5 ist die Leitung des Kuppelstromes für den ersten Signalarm, an Klemme 6 die für den zweiten und an Klemme 7 die für den dritten Arm angeschlossen. Als Rückleitung dient die Kabelbewehrung. Die Kabel nach den Signalen und zwischen Haupt- und Vorsignal enthalten sieben Adern. Bei ein- und zweiarmigen Signalen werden die freien Adern am Signalantriebe und im Stellwerke an Erde gelegt.

Der Antrieb des Vorsignales ist dem am Mastsignale gleich und die Schaltung zwischen Mast und Vorsignal ist der zwischen zwei gekuppelten Weichen ähnlich. Wird ein Signalhebel in die »Fahrt«-Stellung gebracht, so läuft zuerst der Antrieb am Signalmaste, dann der am Vorsignale. Umgekehrt wird beim »Halt«-Stellen zuerst der Vorsignalantrieb in Gang gesetzt.

Beim Stellen des Signalhebels auf »Fahrt« wird der Speicherwechsler in die in Textabb. 11 gestrichelte Lage gebracht, also fliefst Strom von 120 Volt vom Stellwerke nach Klemme 1, Bürstenstromschliefser 1 durch das Triebwerk zur Erde. Ist die »Fahrt«-Stellung erreicht, so fliefst der Stellstrom weiter über Klemme 1, Schleiffeder 1a nach Klemme 1 im Vorsignalantriebe, wenn das Vorsignal auf »Fahrt« gestellt ist, zurück nach Klemme 2a im Mastsignalantriebe und weiter nach dem Signalschalter. Der Speicherwechsler wird durch den Überwachungsmagnet umgeschaltet, und nun fliefst der Überwachungsstrom auf dem vorbezeichneten Wege.

Beim »Halt«-Stellen gelangt der Speicherwechsler gleichfalls in die gestrichelte Lage, also fliefst der Stellstrom zur Klemme 2 am Vorsignale, Bürstenstromschliefser 2 und, nachdem die »Halt«-Stellung des Antriebes erfolgt ist, über Schleiffeder 2a, Klemme 2a, nach Klemme 2 am Mastsignale, Bürstenstromschliefser 2, Triebwerk zur Erde. Das Hauptsignal wird auf »Halt« gestellt und der Stellstrom fliefst weiter über 2, 2a, Überwachungsmagnet am Signalschalter zur Erde.

An die Stelle des Stromes von 120 Volt tritt nun der dauernd fliefsende Überwachungstrom.

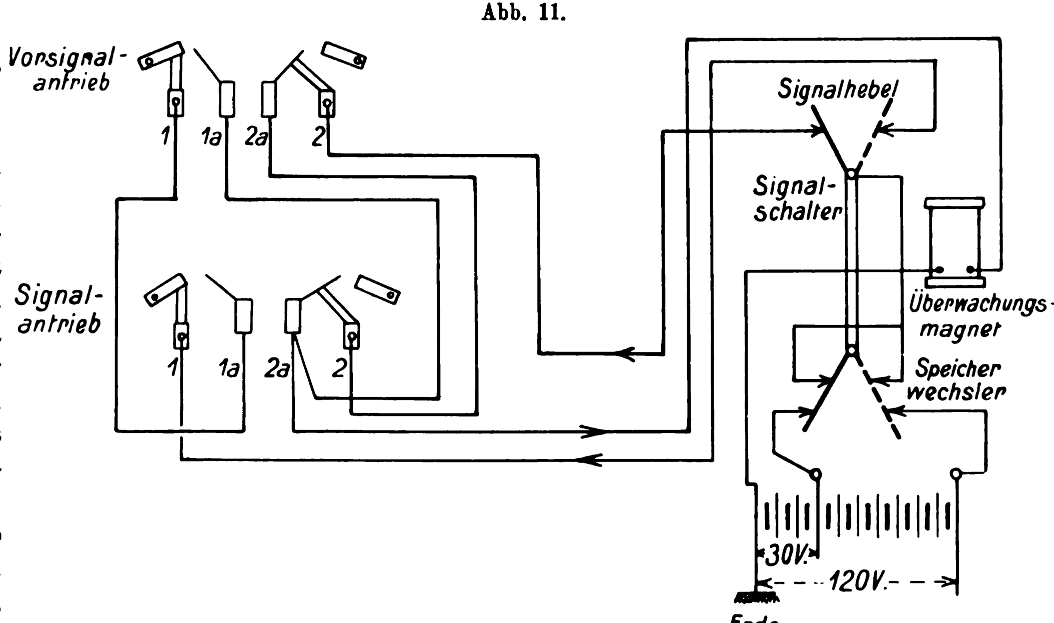
Das siebenadrige, vom Vorsignale kommende Kabel ist am Mastsignalantriebe für sich von unten eingeführt und mit einem Endverschlusse versehen. Aus dem Endverschlusse laufen die Leitungen an ein Klemmenbrett.

Der Kuppelstrom läuft, wenn der Signalhebel auf »Fahrt« gestellt wird, vom Signalschalter über Klemme 5 am Mastsignalantriebe, durch die Wickelungen des Kuppelmagneten, Klemme 4, über den Rückmeldestromschliefser 30, 30a, Klemme 4a nach Klemme 5 am Vorsignalantriebe und dort durch die Wickelungen des Kuppelmagneten zur Erde.

Der Signalrückmeldestrom fliefst, wenn das Vorsignal in die »Fahrt«-Stellung gelangt, vom 30-Voltspeicher durch die Wickelungen des Rückmeldemagneten im Signalschalter nach dem Vorsignalantriebe, Klemme 4, Rückmeldestromschliefser 30, 30a zur Erde.

Wird der Signalhebel auf »Halt« gestellt, so fallen zunächst die Signalarme und die Vorsignalscheibe gleichzeitig auf »Halt«, weil die Kuppelstromleitung im Signalschalter unterbrochen wird. Dann laufen die Antriebe, wie vorstehend beschrieben, in die »Halt«-Stellung.

Abb. 11.

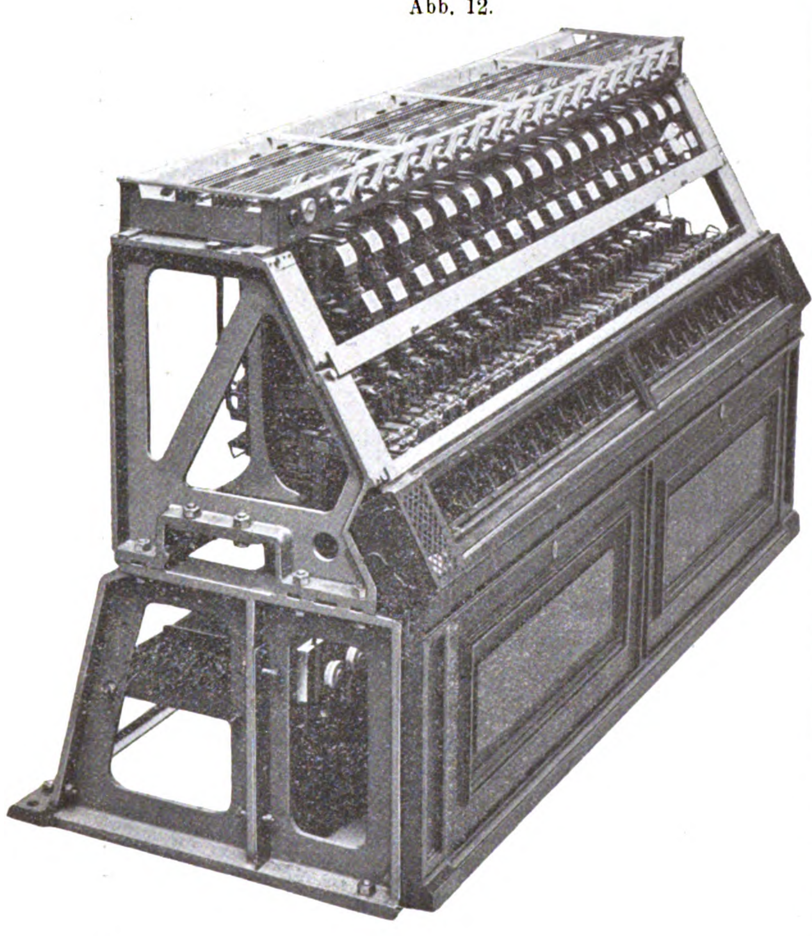


D. Das Stellwerk.

(Abb. 13, Taf. XXX und Abb. 15, Taf. XXXI.)

Die Signal-, Fahrstrafsen- und Weichen-Hebel sind in einem Stellwerksgehäuse vereinigt. Der Abstand von Hebel zu Hebel beträgt 100 mm.

Abb. 12.



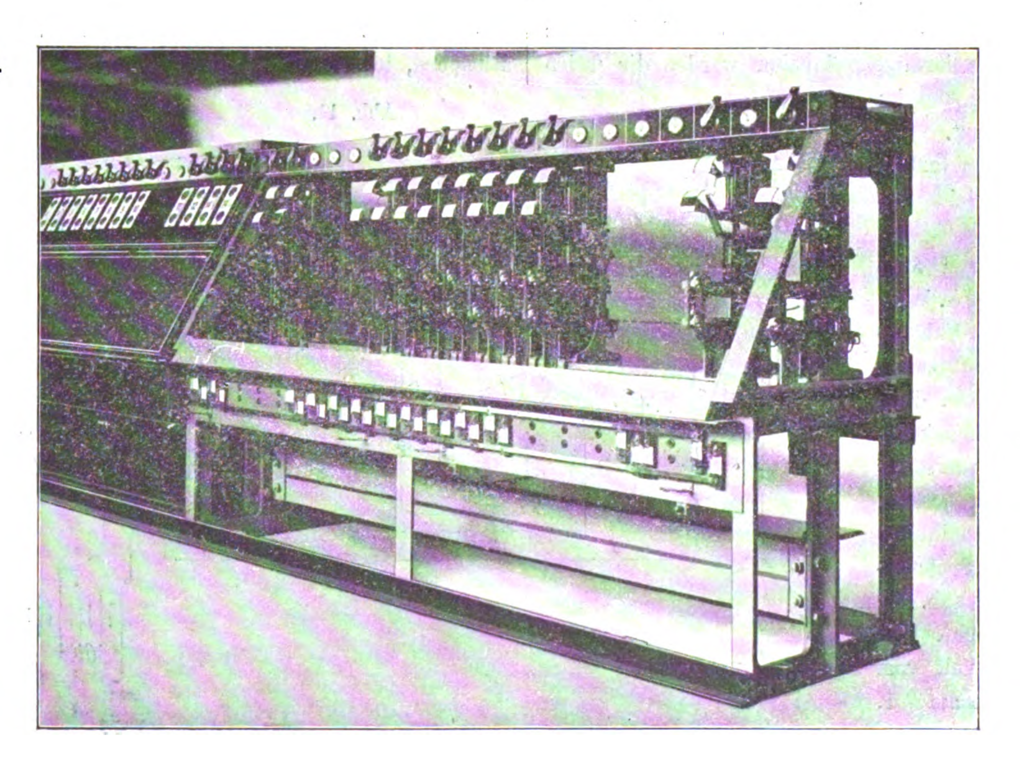
Das 1,25 m hohe Gehäuse (Textabb. 12 und 13, Abb. 13, Taf. XXX und Abb. 15, Taf. XXXI) trägt oben den Schieberkasten, in dem für jeden Hebel eine Achse mit den erforderlichen Verschlufsteilen vorgesehen ist. Die Achse tritt an der Vorderseite aus dem Kasten heraus und trägt dort den zum Stellen dienenden Hebel. Die Abhängigkeiten der Hebel von einander werden durch Schubstangen hergestellt.

Die Übertragung der Bewegung der Hebel auf die darunter liegenden Schalter erfolgt durch Kuppelstangen. Alle Schalter werden auf einer U-förmigen Schiene im Innern des Gehäuses neben einander aufgestellt.

Die Weichen- und die Signal-Schalter tragen auf der Rückseite am obern Ende den Arbeitschalter und unten den Speicherwechsler. Auf der Vorderseite des Schalters sind die Überwachungsmagnete, Sperrmagnete, Rückmeldemagnete und Magnetschalter angebracht. Die Stromschliefser zur Überwachung der Weichen sind vor den Überwachungsmagneten fest am Gehäuse angebracht. Die Schalter können, nachdem die beiden Befestigungschrauben gelöst sind, aus dem Gehäuse herausgenommen werden. Beim Einsetzen kuppeln sich die Leitungen am Gehäuse mit den Leitungen des Schalters ohne weiteres durch Steckstromschliefser.

Für jede Abzweigung von den Speichern sind im Stellwerke auswechselbare Bleisicherungen angebracht, die sich in einem Kasten an der Vorderseite des Gehäuses befinden (Textabb. 13), der durch Losnehmen seiner Vorderwand freigelegt werden kann. Die Sicherungen liegen senkrecht unter dem zugehörigen Hebel. In diesem Kasten befinden sich aufserdem die wagerechten Eisenschienen für den Strom von 120 Volt und den von 30 Volt. Die Kabel sind von unten in das Gehäuse eingeführt. Ihre Endverschlüsse werden an der Holzwand in der Mitte des untern Gehäuseteiles befestigt. Diese Holzwand trägt aufserdem eine wagerechte Erdschiene, die mit allen Erdleitungen und mit den Bewehrungen aller Kabel in leitende Verbindung gebracht ist.

Abb. 13.



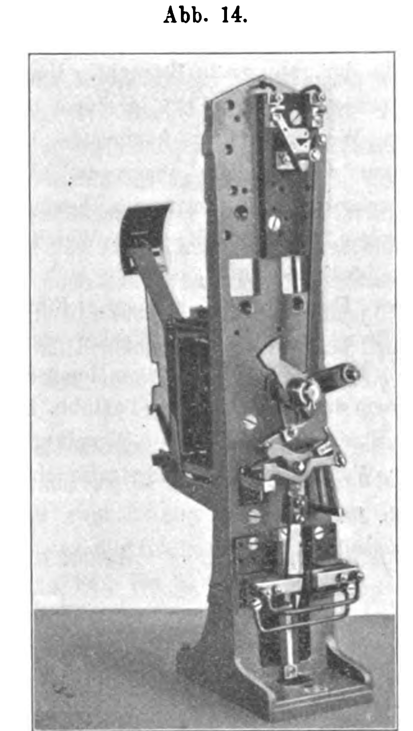
E. Der Weichenschalter.

(Abb. 15, Taf. XXXI und Abb. 18 und 20, Taf. XXXII.)

Der Weichenschalter besteht nach Textabbildung 14 aus einem gufseisernen Gestelle, woran befestigt sind (Textabb. 15 und 16):

1. Der Arbeitschalter B, der die beiden nach dem Weichenantriebe führenden Stelleitungen 1 und 2 abwechselnd an die Stromquelle anschliefst;
2. Der Überwachungsmagnet C mit dem Anker q z;
3. Der Speicherwechsler A;
4. 6 Steckstromschliefser (Textabbildung 18), bestehend aus Kupferbürsten, die sich beim Einsetzen des Schalters über die stromdicht am Stellwerksgehäuse angebrachten Stromschlufsstifte schieben.

Abb. 14.



Der in Abb. 15, Taf. XXXI dargestellte obere Magnet, der, wenn er stromlos ist, den Weichenhebel sperrt, nebst den Sperrhebeln sind in den Schwerter Stellwerken nicht vorhanden.

Der Weichenhebel a (Textabbildung 15 und 16) sitzt mit dem Hebel c fest auf einer Achse b, die im Schieberkasten liegt. Der Hebel c ist durch das Gestänge e mit dem Kniehebel f verbunden, der auf einem im Gestelle befestigten Zapfen sitzt. Hinter den Kniehebel f ist auf denselben Zapfen ein zweiter Kniehebel g lose aufgeschoben. Dieser ist durch die Verbindungsstange h mit dem Hebel i, der den Anker q abzudrücken hat, und durch das Gestänge r mit dem Arbeitschalter B verbunden. Vor dem Hebel i sitzt fest auf einer gleichfalls im Gestelle befestigten Achse u der Speicherwechsler A, der mit seinem untern stromdicht abgeschlossenen Teile abwechselnd in die Bürsten 51, 53 und 52, 54 eingreift. Der obere Schenkel von A trägt eine Nase k, die bei der Umstellung des Weichenhebels in die Hemmung p eingreift. Die Hemmung p ist an dem Hebel n angebracht, der bei m seinen Drehpunkt hat und mit seinem längeren Schenkel auf dem Anker q ruht.

Der Speicherwechsler A wird in der Ruhelage durch die Feder v in Bürste 51, 53 festgehalten.

Beim Umstellen des Weichenhebels a in die — Stellung wird der Kniehebel f gedreht und schlägt mit seinem Ansatze d gegen den Kniehebel g. Das Gelenk g h wird hierdurch gestreckt und der linke Schenkel des Hebels i nach unten gedrückt. Der rechte Schenkel von i drückt gegen die Nase s am Speicherwechsler und dreht diesen so, dafs sein unterer Teil in die Bürste 52, 54 hineingeschoben wird.

Abb. 15.

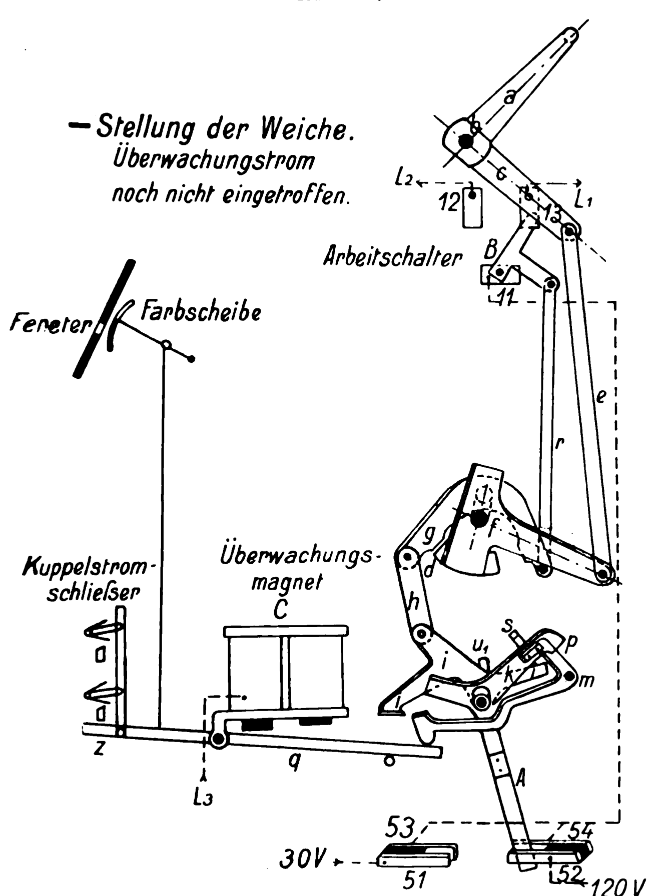
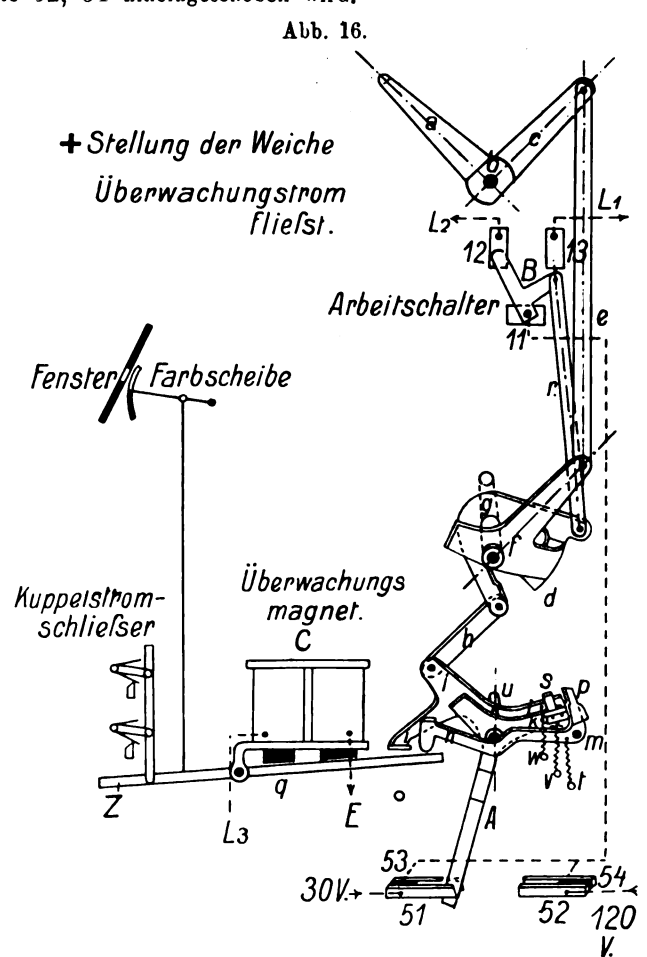


Abb. 16.



Bei der Drehung des Kniehebels g wird der Arbeitschalter B durch das Gestänge r von der Klemme 12 abgenommen und auf die Klemme 13 gezogen. Dadurch wird der Überwachungsmagnet C stromlos, und sein Anker q kann bei der Drehung des linken Schenkels von i nach unten mitgenommen werden.

Ferner zieht die Feder t den auf dem Anker q ruhenden Hebel n nach unten; dabei legt sich die Hemmung p unter den Ansatz k des Speicherwechslers A und hält ihn in der Bürste 52, 54 fest.

Trifft nach beendeter Umstellung der Weiche der Stromstofs von 120 Volt ein, so wird der Anker q von seinem Magneten C angezogen. Der Anker q nimmt den Hebel n mit nach oben, wobei die Hemmung k p ausgelöst wird. Der Speicherwechsler A verliert seine Stützung und wird durch die Feder v aus der Bürste 52, 54 gezogen und in die Bürste 51, 53 geschnellt, wobei der Stellstrom abgeschaltet, der Überwachungstrom angeschaltet wird.

Beim Zurückstellen des Weichenhebels aus der — Stellung in die + Stellung (Textabbildung 16) wird gleichfalls das Hebelgelenk g h gestreckt und dadurch der linke Schenkel des Hebels i nach unten bewegt. Dabei wiederholt sich das vorbeschriebene Spiel des Hebels n, des Speicherwechslers A und des Ankers q. Der Speicherwechsler gelangt schliesslich wieder in seine Ruhelage in der Bürste 51, 53.

Der Anker des Überwachungsmagneten bewegt ferner eine schwarz-weifse Farbscheibe (Textabbildung 14 und Abbildung 15, Taf. XXXI). die hinter dem im Stellwerksgehäuse angebrachten runden Fenster sichtbar ist. Hat der Überwachungsmagnet seinen Anker angezogen, liegt somit der Speicherwechsler in der Bürste 51, 53 und befindet sich die Weiche in ihrer Endstellung in der + oder — Lage, so zeigt das Fenster »weifs«. Ist dagegen der Überwachungsmagnet stromlos, was während der Umstellung der Weiche zutrifft, so ist der Anker abgefallen und das Fenster zeigt »schwarz«. Auch wird ein Stromschliefser durch den abgefallenen Anker geöffnet und dadurch der Stromlauf eines Weckers beeinflufst; von den in Textabbildung 17 dargestellten Ankerstromschliefsern kommt dabei an der rechten Seite der unterste in Betracht. Der Wecker arbeitet mit Selbstunterbrechung. Er liegt in einem besonderen Stromkreise. Der vom Weichenschalter kommende Überwachungstrom hält den Anker des Weckers angezogen. Wird der Überwachungstrom unterbrochen, so setzt der besondere Weckerstromkreis den Wecker in Tätigkeit. Der Weichensteller erhält daher auch ein hörbares Signal, solange sich die Weiche nicht in einer ihrer Endstellungen befindet. Für die Weichenschalter eines Stellwerkes ist nur ein Wecker vorgesehen.

Der Anker des Überwachungsmagneten steuert ferner mit seinem äufsersten Ende z (Textabb. 17 und Abb. 15, Taf. XXXI) die Stromschliefser für den Signalkuppelstrom, sofern die Stellung der Weiche für die Fahrstrafse eines Zuges in Frage kommt.

Abb. 18. Abb. 19.

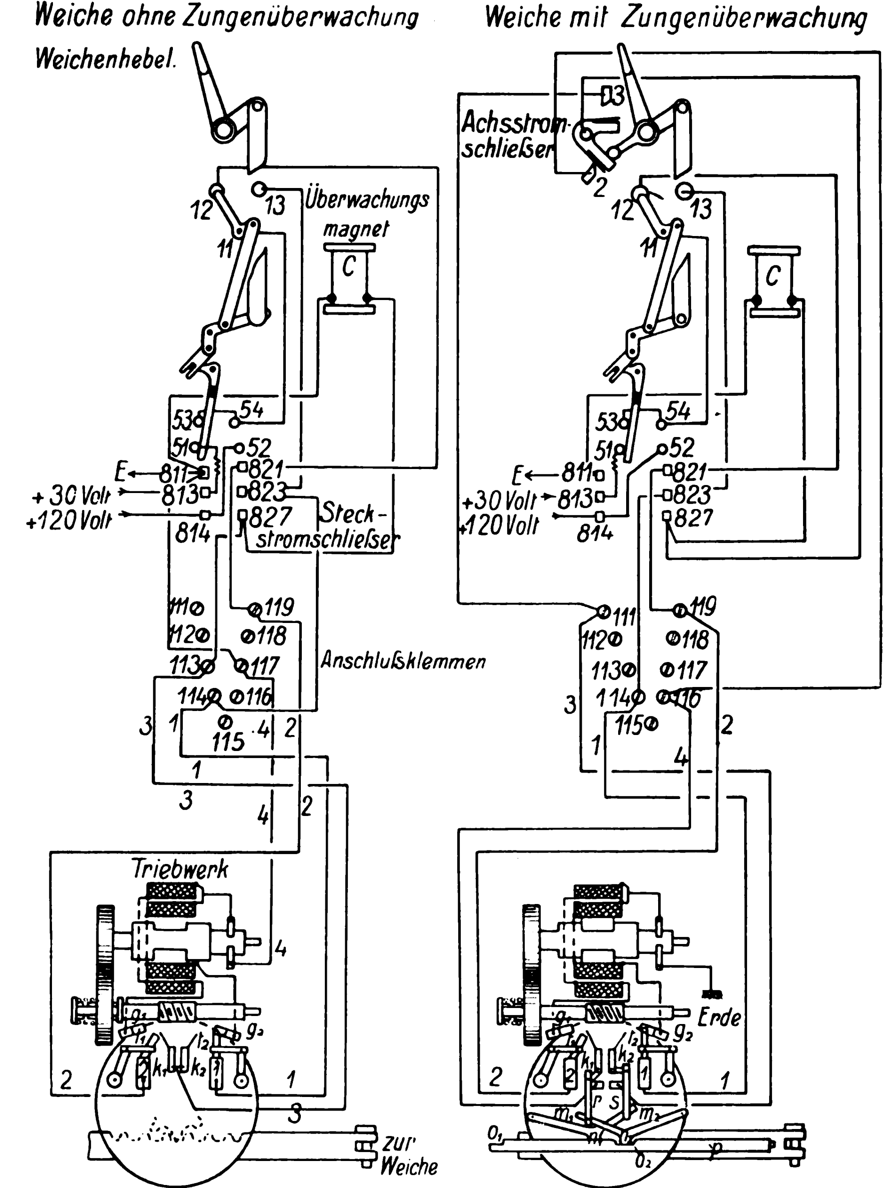
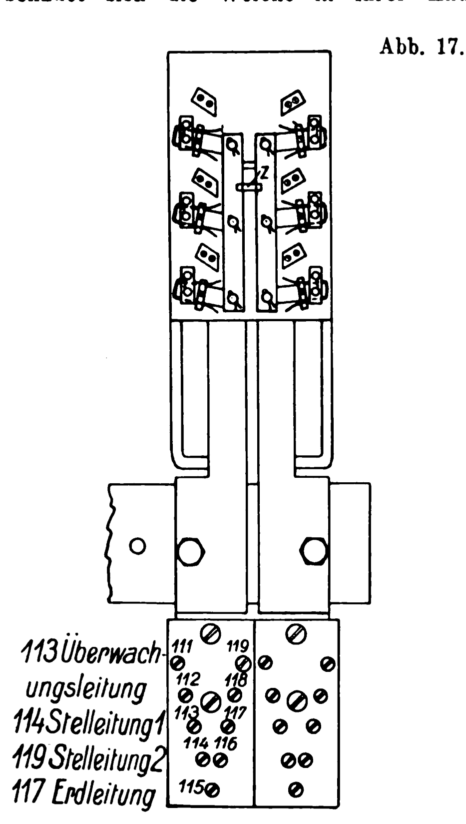


Abb. 17.



Diese Stromschlieſser sind nach Textabbildung 17 und Abb. 15, Taf. XXXI vor dem Weichenschalter auf einem Brette angebracht, das im Stellwerksgehäuse befestigt ist. Die mit einem Gelenke versehene Verlängerung des Ankers z greift in die Führungslaschen der Stromschluſshebel und bringt ihre Schleiffedern zum Anliegen an die darüber befindlichen Spitzklemmen, wenn er von seinem Magneten aufwärts gezogen wird. Dadurch werden Unterbrechungen des Weges der Kuppelströme aller Signale aufgehoben, die von der Stellung der Weiche abhängig sind. Daher werden nach Bedarf auch mehr als die sechs in Textabbildung 17 dargestellten Stromschlieſser angeordnet.

Unter dem Kuppelstromschlieſser sind im spitzen Winkel (Textabbildung 17 und Abb. 15, Taf. XXXI) die 9 Anschluſsklemmen für die von auſsen kommenden Leitungen angebracht. Sie erhalten die Bezeichnungen 111 bis 119 (Textabbildung 17).

Bei Weichen mit Zungenüberwachung wird die eine Überwachungsleitung an Klemme 111, die zweite an Klemme 116 angeschlossen.

Der Weichenschalter ist mittels 6 Steckstromschlieſsern mit der am Stellwerksgehäuse angelegten Schaltung in Verbindung gebracht, deren Klemmen in zwei Reihen nebeneinander angeordnet sind. Sie erhalten von der Rückseite des Stellwerkes aus gesehen die Bezeichnungen 811 bis 814 und 821 bis 827 (Textabbildung 18 und 19).

In Textabbildung 18 und 19 sind die Stromläufe innerhalb des Bereiches der Stellvorrichtung einer Weiche ohne Zungenüberwachung und einer Weiche mit Zungenüberwachung zusammengestellt.

Besonderer Erläuterung bedarf die Schaltung nicht mehr, nur ist zu bemerken, daſs zwischen den Steckstromschlieſser 813 und die Klemme 51 an der linken Bürste des Speicherwechslers ein Widerstand von 300 Ohm eingeschaltet ist, damit der Stromverbrauch für den dauernd flieſsenden Überwachungstrom 0,1 Amp. nicht überschreitet.

F. Der Fahrstraſsenschalter.

(Abb. 17 und 19, Taf. XXXII und Textabb. 20 und 21.)

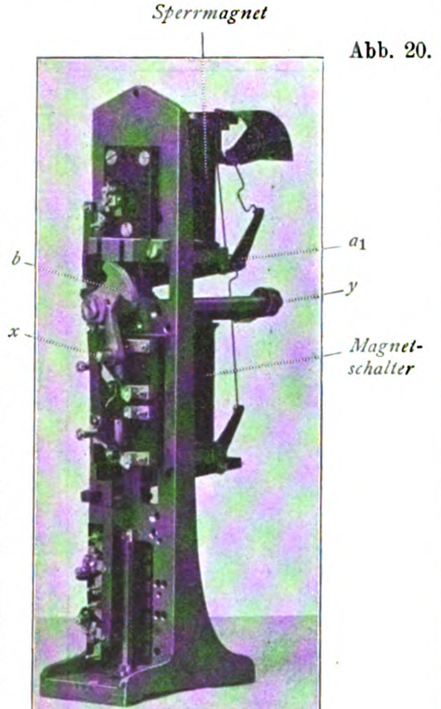


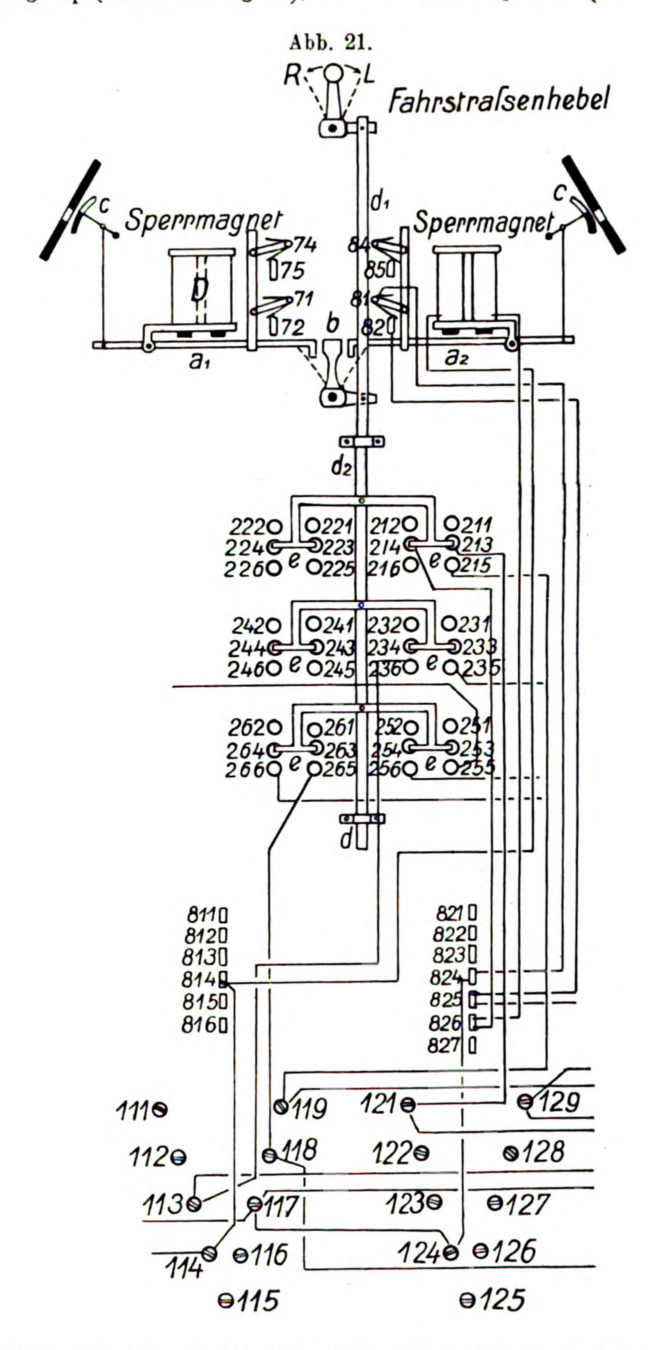
Abb. 20.

Der Hebel des Fahrstraſsenschalters steht in der Ruhe senkrecht und wird in dieser Lage, wenn er überhaupt unter Verschluſs liegt, durch die abgefallenen Anker a_1 und a_2 der Sperrmagnete an dem Haken C gesperrt. Ist die Sperrung aufgehoben, so läſst sich der Fahrstraſsenhebel nach rechts oder nach links bewegen. Diese Stellrichtungen entsprechen zwei Fahrstraſsen, die sich gegenseitig ausschlieſsen.

Der Fahrstraſsenhebel bewegt einen Schieber, der über die Achsen der Weichen- und Signalhebel geführt ist. Auf diese Achsen sind Verschluſsstücke gesetzt, die bei der Bewegung der Schieber zusammen mit ihnen die erforderlichen Verschlüsse der Hebel herstellen. Beim Umlegen des Fahrstraſsenhebels wird die mechanische Sperrung des Signalhebels aufgehoben.

Der Fahrstraſsenhebel überträgt seine Bewegung durch die Stange d_1 (Textabbildung 21), die an den Zapfen x (Textab-

Abb. 21.



bildung 20) angeschlossen ist, auf das Sperrstück b und dessen Welle. Die Welle trägt an einem am Zapfen y (Abb. 19, Taf. XXXII) sitzenden Hebel die Stange d_2 (Textabb. 21), die die vor dem Schalter am Stellwerksgehäuse angebrachten Fahrstraſsen-Stromschlieſser betätigt. Diese Stromschlieſser tragen die Leitungen für die Freigabe und Auflösung der Fahrstraſse, für die Kuppelstromkreise und die Signalrückmeldung. Sie erhalten die in Textabbildung 21 eingetragenen

Nummern von 211 an und sind in Gruppen von $3 \times 2 \times 2$ angeordnet; die einander gegenüberliegenden werden durch die Gleitstücke e paarweise verbunden. In der Ruhestellung des Fahrstrafsenhebels sind die Klemmen 224 und 223, 214 und 213 und so fort mit einander verbunden. Durch Umlegen des Hebels nach rechts oder links wird die Verbindung der mittleren Klemmenpaare aufgehoben, die Verbindung der oberen oder unteren hergestellt.

Die Anker a_1 und a_2 der Sperrmagnete betätigen Stromschliefseinrichtungen, die an der Rückseite des Fahrstrafsenschalters liegen, in Textabbildung 21 sind sie mit 71, 72, 74, 75 und so fort bezeichnet. Der Stromschlufs tritt hier ein, wenn der Anker des Sperrmagneten abgefallen ist und den Fahrstrafsenhebel in der Ruhestellung oder in gezogener Stellung sperrt. Daher kann die Sperrung des Fahrstrafsenhebels an diesen Stromschliefsern nachgeprüft werden.

Aufserdem bewegen die Anker an der vordern Seite des Schalters angebrachte, grünweifse Farbscheiben. Sie sind neben einander angebracht und blenden, wenn der Hebel in Ruhe- oder »Fahrt«-Stellung gesperrt ist, das im Stellwerksgehäuse befindliche Fenster »grün«.

Bei Freigabe einer der beiden Fahrstrafsen zeigt die rechte oder linke Fensterhälfte »weifs«. Das halbe weifse Feld zeigt somit an, dafs der Sperrmagnet die Umstellung des Fahrstrafsenhebels aus der Ruhe in die »Fahrt«-Stellung oder umgekehrt zuläfst.

Unter dem Sperrmagnet befindet sich der Magnetschalter (Textabbildung 20 und Abb. 17, Taf. XXXII), dessen Anker an der Rückseite des Fahrstrafsenschalters angebrachte Stromschliefser betätigt. Der Magnetschalter dient zur Einschaltung der Sonderschiene.

Der Fahrstrafsenschalter wird mit den im Stellwerksgehäuse liegenden Leitungen durch 13 Steckstromschliefser verbunden, die in Textabbildung 21 mit 811 bis 816 und 821 bis 827 bezeichnet sind.

Vorn im Gehäuse liegen unter dem Fahrstrafsenschalter die in spitzen Winkeln angeordneten Anschlufsklemmen 111 bis 119 und 121 bis 129.

Beim Umlegen des Fahrstrafsenhebels werden an den Fahrstrafsenstromschliefsern die Verbindungen der mittleren Klemmenpaare unterbrochen. Dadurch wird

1. der Freigabestrom, der den Anker des Sperrmagneten angezogen und dadurch den Fahrstrafsenhebel frei gemacht hat, unterbrochen, und
2. der Stromlauf, der die Sperrung des Streckenblockfeldes aufhebt, abgeschaltet.

In der gezogenen Stellung des Fahrstrafsenhebels ist durch die Verbindung der oberen oder der unteren Klemmenpaare angeschaltet:

1. der Kuppelstrom zur Betätigung des Kuppelmagneten im Signalschalter und
2. der Auflösestrom, der nach beendeter Fahrt den Anker des Sperrmagneten anzieht und dadurch den Fahrstrafsenhebel wieder freigibt.

Mit der Unterbrechung des Freigabestromkreises fällt der Anker des Sperrmagneten ab, verschliefst durch das Sperrstück C den Fahrstrafsenhebel in gezogener Stellung und schliefst die Ankerstromschliefser.

Der Kuppelstrom kann nun fliefsen und den Signalhebel zur Bedienung freigeben. Der Kuppelstrom ist dabei über die Ankerstromschliefser geführt, wodurch nachgeprüft wird, ob der abgefallene Anker den gezogenen Fahrstrafsenhebel festgelegt hat.

Liegt das Signal nicht unter Verschlufs, wird es vielmehr von dem Fahrdienstleiter selbst gezogen, so ist der Fahrstrafsenschalter in der Ruhestellung nicht gesperrt. Das Sperrstück C erhält dabei eine Form nach Textabbildung 37, so dafs in der Mittelstellung die Anker der Sperrmagnete auf ihm aufliegen. Wird der Fahrstrafsenhebel umgelegt, so gleitet ein Anker über das Sperrstück und fällt in die Sperrlage, sobald die Endstellung erreicht ist. Daher werden auch die in der Ruhestellung nicht verschlossenen Fahrstrafsenhebel in der gezogenen Stellung selbsttätig gesperrt. Diese Sperrung wird erst durch die Auflösung der Fahrstrafse aufgehoben, was bei den Ausfahrten durch den Zug geschieht, bei den Einfahrten dagegen durch einen Beamten an anderer Stelle durch Bedienung eines Auflöseschalters.

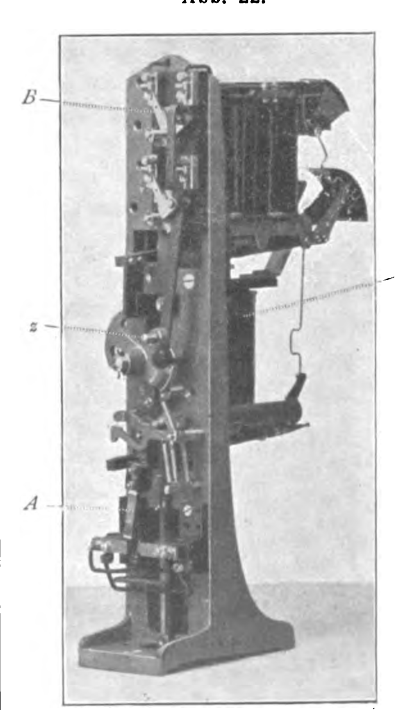
Soweit die Mitwirkung des Zuges eingerichtet ist, wird, um die Fahrstrafse in besonderen Fällen auch unmittelbar an der Bedienungstelle wieder auflösen zu können, eine Hülfstaste angeordnet, die nur in die Auflösestellung gebracht werden kann, nachdem ein mit Bleisiegel verschlossener Bolzen gelöst ist. Aus der Auflösestellung geht die Hülfstaste durch Federwirkung in die Ruhestellung zurück.

G. Der Signalschalter.

(Abb. 18, Taf. XXXII und Textabbildung 22 bis 27.)

Der Signalschalter gleicht in seiner Anordnung dem Weichenschalter. Der Signalhebel kann zwei Stellungen einnehmen, die nach rechts der »Halt«- und nach links der »Fahrt«-Stellung des Signales entsprechen.

Abb. 22.



In den Textabb. 23 und 24 ist der Signalhebel von der Rückseite des Stellwerkes aus gesehen dargestellt.

Mittels der am Zapfen z (Textabb. 25) angreifenden Lasche e, der Hebel f und g und der daran angebrachten Stangen bewegt der Signalhebel den Arbeitschalter B und gleichzeitig damit den darunter liegenden Kuppelstromschalter 31, 32, 33.

Der Arbeitschalter verbindet auch hier abwechselnd die eine der

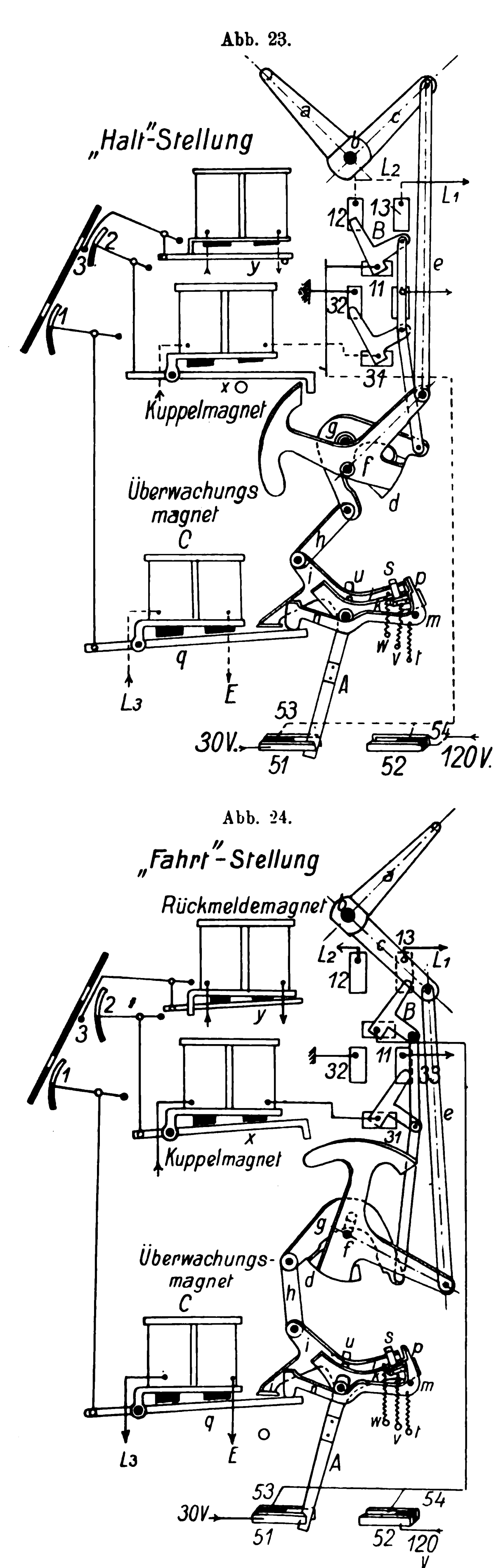


Abb. 23.

Abb. 24.

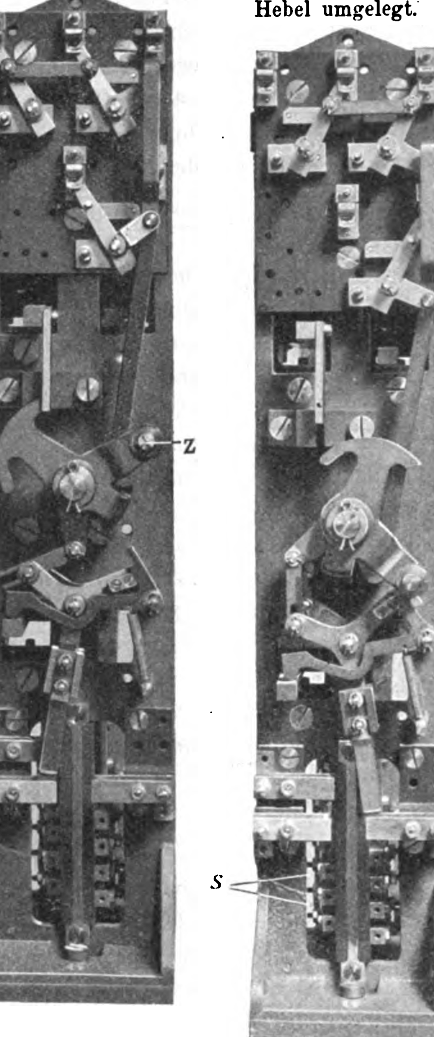


Abb. 25.

Abb. 26. Signalfeld. Hintere Ansicht, Hebel umgelegt.

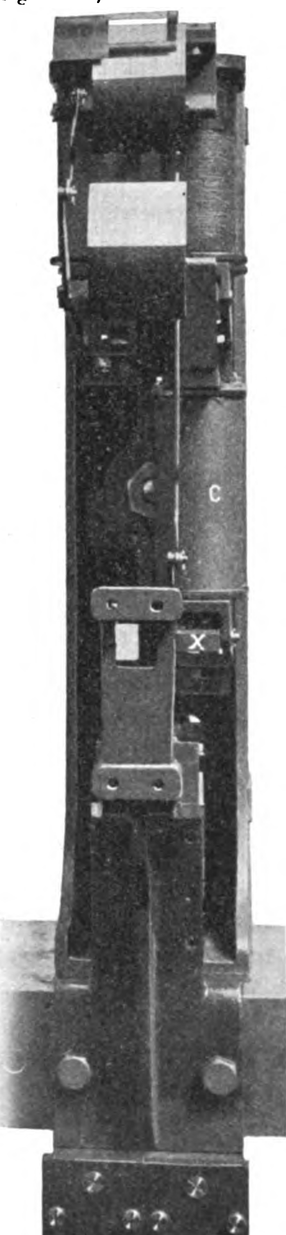


Abb. 27. Signalfeld, Vorderansicht.

beiden zum Signalantriebe führenden Stelleitungen 1 und 2 mit dem + Pole des 120-Volt-speichers. Je nachdem eine dieser Leitungen Strom erhält, läuft das daran angeschlossene Triebwerk in der einen oder andern Richtung um. Dadurch wird der Antrieb zwangsweise in die der jeweiligen Stellung des Signalhebels entsprechende Endlage gebracht. Sobald das geschehen ist, schaltet der Antrieb selbst die Stelleitung ab und die Überwachungsleitung an, indem er den Überwachungsmagneten C erregt, der den Speicherwechsler A wie beim Weichenantriebe betätigt. Der Überwachungsmagnet bewegt eine schwarz-weifse Farbscheibe vor einem kreisförmigen Fenster im Stellwerksgehäuse. Das weifse Feld zeigt den vollendeten Lauf des Antriebes an. Das schwarze Feld erscheint, wenn der Antrieb in der Umstellung begriffen ist.

Der Kuppelstromschalter leitet den Kuppelstrom zunächst über 31, 32 zur Erde ab und sendet ihn erst dann über 31, 33 in die Kuppelmagnete des Signalantriebes, wenn der Signalhebel umgestellt wird. Bei der Rücklegung des Signalhebels wird der Kuppelstrom bei 31, 33 unterbrochen, dadurch werden die Kuppelungen der Arme bei jeder Signalstellung bewegt, sodafs sie sich nicht unbemerkt festklemmen können.

Der Kuppelmagnet (Textabb. 23 bis 26 und Abb. 18, Taf. XXXII)

sperrt durch seinen abgefallenen Anker den Signalhebel mittels des Sperrstückes f in der »Halt«-Lage. Ist Kuppelstrom vorhanden, so zieht der Magnet den Anker an und giebt den Signalhebel frei.

Der Anker x des Kuppelmagneten bewegt mit seinem vordern Schenkel eine rotweifse Scheibe 2, die hinter einem über dem Überwachungsfenster sitzenden zweiten Fenster spielt. Die Scheibe 2 zeigt »rot«, wenn der Anker x abgefallen und der Signalhebel gesperrt ist, und »weifs mit rotem Striche«, wenn der Kuppelmagnet seinen Anker angezogen hat.

Der neben dem Kuppelmagneten sitzende Signalrückmeldemagnet ist in einen besondern Stromkreis eingeschaltet, der, wenn das Signal auf »Halt« steht, am Stromschliefser im Signalantriebe (30, 30a, Abb. 9 bis 12, Taf. XXX) unterbrochen ist. Sobald das Signal die »Fahrt«-Stellung erreicht hat, wird der Stromschliefser geschlossen und der Rückmeldemagnet erhält Strom. Er zieht seinen Anker an und bewegt hierdurch den schmalen roten Rundstab (Textabbildung 23, 24 und 27) derart, dafs vor der durch den Kuppelmagneten bewegten Farbscheibe der rote Strich verschwindet, an seine Stelle ein weifser Strich tritt und das Fenster daher voll »weifs« zeigt. Demnach bedeutet am obern Fenster des Signalschalters:

Signal auf »Halt«, Signalhebel gesperrt,

Kuppelstrom fliefst, Signal kann gestellt werden,

Signal steht auf »Fahrt«.

Wie der Fahrstrafsenschalter hat auch der Signalschalter 13 Steckstromschliefser S_1 (Textabb. 26), die die Verbindung mit den am Stellwerksgehäuse angebrachten Leitungen herstellen.

Vorn unter dem Signalschalter sind im Stellwerksgehäuse die 18 Anschlufsklemmen zum Anschliefsen der Aufsenleitungen in zwei spitzen Winkeln angebracht (Textabbildung 27 und Abbildung 18, Taf. XXXII).

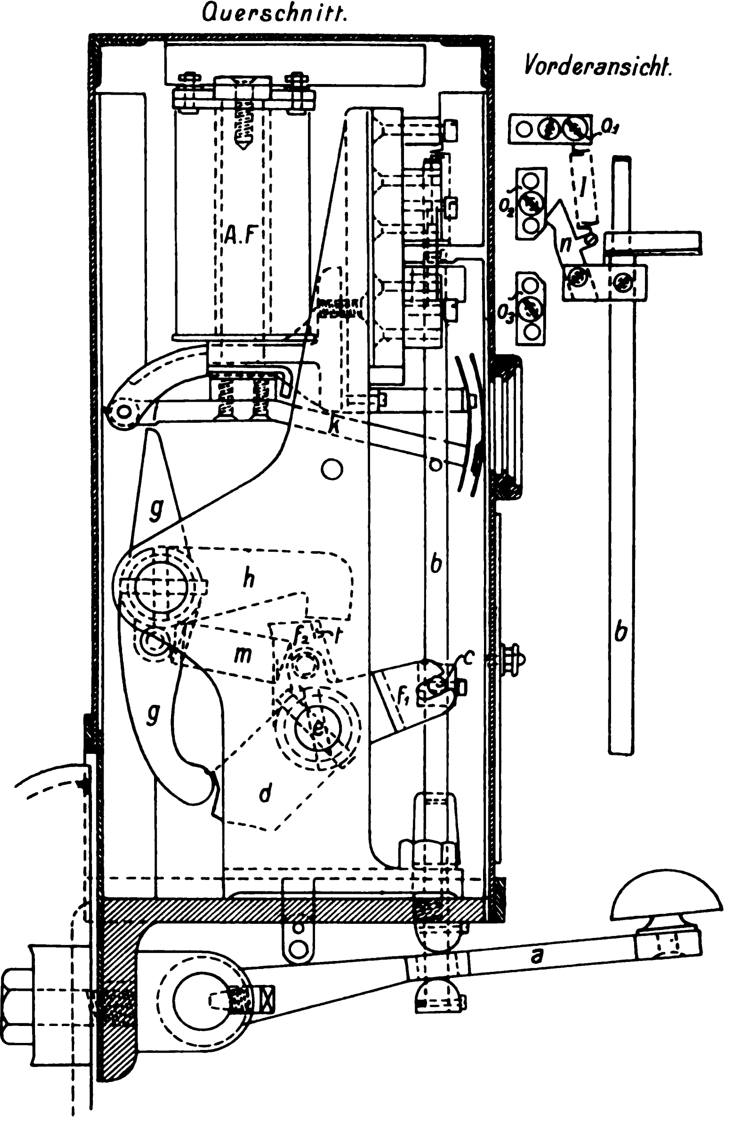
H. Die Gleichstromblockwerke.

Zur Freigabe von Einfahrten und zur Auflösung von Einfahrstrafsen sind in den Stellwerken II, IV und V und in der Befehlstelle auf dem Bahnsteige Gleichstromblockwerke Jüdelscher Bauart verwendet, die ähnlich wirken, wie die Gleichstromblockfelder von Siemens & Halske. Für jede freizugebende Fahrt und für jede Fahrstrafsenauflösung ist eine Taste a (Textabbildung 28) vorgesehen, die bei den Freigaben einen weifsen Knopf, bei den Auflösungen einen Metallknopf trägt. Ist ein Freigabefeld geblockt, so kann die Taste für keine feindliche Fahrt bedient werden.

Wird die Taste a nach unten gedrückt, so nimmt sie die Stange b mit. Dabei werden mittels des Stiftes c der zweiarmige Hebel f_1, f_2 und das Sperrstück d um ihre gemeinsame Achse e gedreht. In der Endstellung legt sich die Klinke h, weil der mit ihr auf derselben Achse sitzende Hebel g durch den untern Ansatz des Sperrstückes d nach links gedreht wird, gegen den Hebel f_2, und hält dadurch die Drucktaste in ihrer tiefen Stellung fest, wobei sich das obere Ende des Hebels g gegen den Anschlag i des Ankers k des Magneten A F stützt.

Abb. 28.

Fahrstraßen-Freigabe und Auflösevorrichtung. Querschnitt.

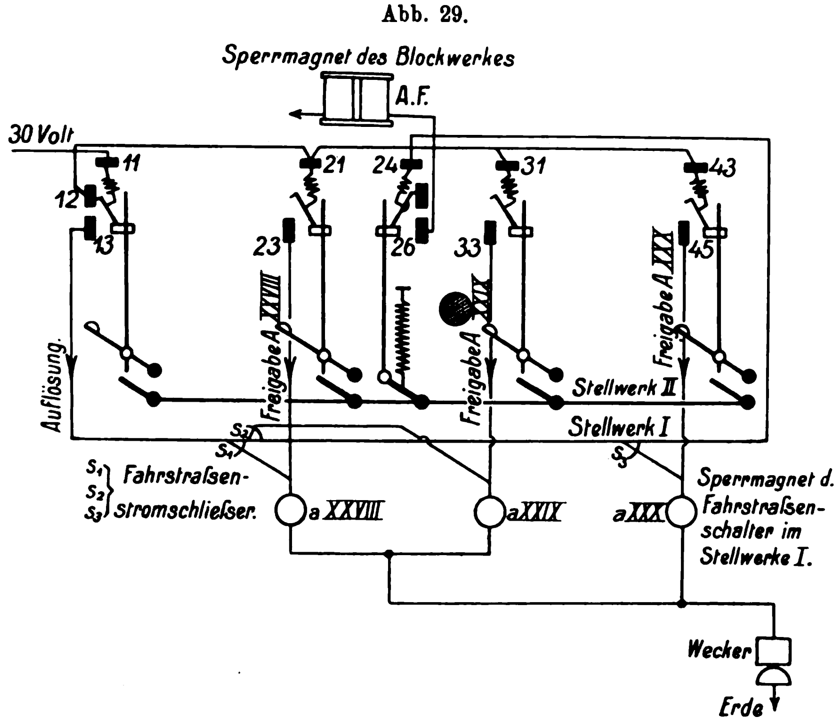


Erhält der Magnet A F Strom, so zieht er seinen Anker k an; der Hebel g verliert seine Stütze bei i und dreht sich durch die Wirkung der Feder m mit dem Hebel h soweit, dafs f_2 seinen Halt verliert. Nun ziehen die Federn m und l die Drucktaste a in ihre obere Lage zurück.

Die Stange b bewegt nach Textabbildung 28, Vorderansicht, an ihrem obern Ende den Stromschlufshebel n, der unter der Wirkung der Feder l bei entblocktem Felde an der Klemme o_2 und bei geblocktem Felde an der Klemme o_3 Stromschlufs herbeiführt, wobei der Strom von Klemme o_1 aus durch die Feder l nach o_2 oder o_3 fliefst.

Wenn ein Feld geblockt ist, wird der Fahrstrafsenschalter frei. Beim Umlegen des Fahrstrafsenhebels wird der Freigabestrom als Signalkuppelstrom zum Signalschalter weiter geführt. Beim Auflösen der Fahrstrafse fliefst der Auflösestrom, sobald der Fahrstrafsenhebel wieder in seine Mittelstellung gebracht ist, durch den Magneten A F (Textabbildung 29) des Gleichstromblockwerkes und bringt dabei die Freigabetaste wieder in ihre Ruhestellung.

Abb. 29.



Für die sich gegenseitig ausschliefsenden Freigabetasten ist nur ein Auslösemagnet A F erforderlich und daher auch nur ein Hebel g und ein Sperrstück d. Dagegen sind die Stangen b, die Hebel f und die Klinken h für jede Blocktaste vorgesehen.

Wo das Blockfeld für die Fahrstrafsenauflösung mit den Freigabefeldern vereinigt ist, wie in den Stellwerken II und IV, hat auch das Auflösefeld keinen besondern Elektromagneten, das Auflösefeld wird vielmehr durch den gemeinsamen Elektromagneten zugleich mit dem Freigabefelde entblockt.

Die Schaltung des Blockwerkes im Stellwerke II ergibt sich aus Textabbildung 29 und Abb. 7, Taf. XXX.

Feld 1 ist das Auflösefeld, Feld 2, 3, 4 sind die Freigabefelder. Wird Taste 2 gedrückt, so wird der Strom von 30 Volt über Klemme 21, 23 nach dem Sperrmagneten des Fahrstrafsenschalters a XXVIII geführt. Der Sperrmagnet zieht seinen Anker an und gibt dadurch den Fahrstrafsenhebel frei. Beim Umstellen des Fahrstrafsenhebels wird die Leitung des Auslösestromes am Stromschliefser s geschlossen. Um die Fahrstrafse aufzulösen, wird die Taste des Auflösefeldes niedergedrückt, wobei der Stromschliefser 11, 13 geschlossen wird. Dabei gibt der Sperrmagnet a XXVIII den in gezogener Stellung gesperrten Fahrstrafsenhebel frei. Der in die Mittelstellung zurückgelegte Fahrstrafsenhebel hat den Stromschliefser s_1 umgelegt. Daher fliefst der Auflösestrom über die Klemmen 24, 26, an denen der Stromlauf schon beim Bedienen einer der Freigabetasten geschlossen wird, und durch die Wickelungen des Sperrmagneten im Blockwerke zur Erde. Der Anker wird angezogen und gibt den Hebel g frei. Die Tasten 1 und 2 kehren unter der Federwirkung in ihre Ruhestellung zurück.

Um zu verhindern, dafs die Tasten a XXIX und a XXX gedrückt werden, wenn a XXVIII geblockt ist, haben die zugehörigen Hebel f_2 Ausklinkungen t nach Textabbildung 28 erhalten, in die sich beim Blocken des Feldes a XXVIII die Haken h legen. Dadurch wird die Drehung der Hebel f_2 und damit das Drücken der Tasten a XXIX und a XXX solange verhindert, bis sich die Hebel h beim Entblocken wieder gehoben haben.

Der Anker des gemeinsamen Elektromagneten A F trägt an seinem vordern Ende eine Farbscheibe, die an dem in der Vorderwand des Blockwerkes angebrachten Fenster »weifs« zeigt, wenn sich die Freigabetasten in der Ruhelage befinden und »rot«, wenn ein Freigabefeld geblockt ist.

I. Die Stromlieferungsanlage.

(Abb. 16, Taf. XXXI.)

Für den Betrieb der Stellwerke wird Gleichstrom verwendet, der sich am besten für die Betätigung der Elektromagnete eignet und allein die Möglichkeit bietet, durch Aufspeicherung eine zuverlässige Kraftquelle zu schaffen. Bei der Aufstellung des Speichers ist auf genügenden Überschufs und bei der Schaltung auf die Möglichkeit Bedacht zu nehmen, die Speichergruppen weitgehend gegen einander zu vertauschen.

Zwar könnten die kleinen Triebmaschinen, wie sie für Weichen- und Signal-Antriebe gebraucht werden, noch für Spannungen bis 500 Volt hergestellt werden; bei höheren Spannungen wächst jedoch die Schwierigkeit der Stromabdichtung und die Gefahr bei der Bedienung. Auch kann die Rücksicht auf Ersparnis an den Kupferleitungen nicht zur Wahl einer höhern Spannung führen, weil die in Frage kommenden Entfernungen verhältnismäfsig klein sind, und aus Festigkeitsgründen eine bestimmte Drahtstärke erforderlich ist. Daher hat sich eine Betriebspannung von rund 120 Volt für den Stellstrom als geeignet erwiesen.

Für die Magnete ist diese Spannung jedoch noch zu hoch; Vorschaltwiderstände würden nutzlos Arbeit verbrauchen. Die Funkenbildung an den Stromschliefsern würde gröfser werden, und dort würde die Abnutzung zunehmen. Auch könnten die Triebwerke bei Kurzschlüssen zwischen Stell- und Überwachungs-Leitungen Strom aus der Überwachungsleitung erhalten, wodurch unbeabsichtigte Umstellungen herbeigeführt werden würden. Daher wird zur Überwachung, zur Freigabe, zum Auflösen, zum Kuppeln und für die Rückmeldung eine Spannung von 30 Volt benutzt.

Bei 120 Volt sind zum Umstellen einer Weiche durchschnittlich 3 Amp. während 2 Sekunden, für ein Signal 1,5 Amp. während 4 Sekunden erforderlich. Die Elektrizitätsmenge für eine Umstellung beträgt daher 6 Amperesekunden. Wird das Signal oder die Weiche während 24 Stunden 100 mal umgestellt, so beträgt der für den Antrieb und den Tag erforderliche Stromaufwand $\frac{6 \cdot 100}{3600} = 0{,}17$ Amp.-St.*)

Der Überwachungsstromkreis einer Weiche oder eines Signales verbraucht durchschnittlich 0,08 Amp. bei 30 Volt, daher in 24 Stunden 0,08 . 24 = 1,92 Amp.-St. Dazu kommen noch etwa 0,5 Amp.-St. für Freigabe, Auflösung, Armkuppelung und Rück-

*) Während des Druckes dieser Abhandlung sind die Stellwerke sämtlich in Betrieb genommen worden. Der Stromverbrauch vor dem Speicher und noch vor der Zusatzmaschine gemessen, beträgt für die 127 Weichen- und Signalschalter 15 Kilowattstunden täglich. Das steht im Einklange mit dem Kraftbedarf der elektrischen Stellwerke in Düsseldorf, wo für 107 Schalter 13 Kilowattstunden und für Finnentrop, wo für 35 Schalter 5 Kilowattstunden täglich gebraucht werden.

meldung, sodafs für jeden Antrieb im ganzen täglich 2,5 Amp.-St. des Stromes von 30 Volt gebraucht werden. Der Überwachung-speicher wird demnach etwa fünfzehnmal so hoch beansprucht als der Stellspeicher.

Aus diesem Grunde ist der Überwachungspeicher in mehrere neben einander arbeitende Gruppen unterteilt. Sollen diese Gruppen zum Stellen verwendet werden, so sind sie hintereinander zu schalten.

Zur Speisung des Speichers steht Dreileitergleichstrom von 2 . 220 Volt an der Schalttafel der Lichtanlage zur Verfügung.

Die ganze Spannung von 440 Volt eignet sich nicht zum Aufladen, weil dazu ein zu grofser Speicher erforderlich würde. Daher wird der Spannungsunterschied von 220 Volt unter Verwendung eines Zusatzstromerzeugers benutzt. Diese Ausführung hat allerdings eine einseitige Belastung des Dreileiternetzes zur Folge. Das ist indes unbedenklich, weil die gröfste Leitstromstärke nur 38 Amp. beträgt, und zudem die Einrichtung getroffen ist, dafs der Ladestrom durch Umschaltung wahlweise der einen oder andern Netzhälfte entnommen werden kann. Sollte es ausnahmsweise nötig werden, während der Beleuchtungszeit aufzuladen, so kann durch Umschalten der Bogenlampen ein Belastungsausgleich hergestellt werden. Bei der gewöhnlichen Ladung während der Tagesstunden ist die geringe Ungleichheit der Spannungen aber ohne Belang.

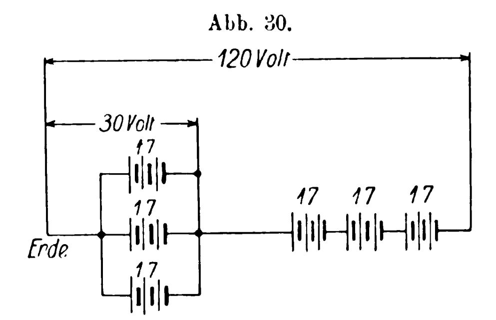
K. Der Speicher.

(Abb. 16, Taf. XXXI.)

Der Speicher, dessen Wirkungsweise und Behandlung unter R kurz beschrieben werden wird, besteht aus 204 Zellen der Form J 6 des Werkes »Akkumulatorenfabrik A. G. Hagen«, die in 4 Gruppen zu je 51 Zellen aufgestellt sind. Die Zellen einer Gruppe stehen in zwei Reihen übereinander. Jede Gruppe zerfällt in 3 Teile zu je 17 hintereinander geschalteten Zellen. Diese 17 Zellen ergeben, da jede Zelle einen Strom von durchschnittlich 2 Volt Spannung liefert, Strom von 17 . 2 = 34 Volt, der hier als Strom von 30 Volt bezeichnet wird. Er wird verwendet als Überwachung-, Kuppelung-, Freigabe-, Auflöse- und Rückmelde-Strom.

Bei der Entladung sind beispielsweise nach Abbildung 16, Taf. XXXI die drei Teile des Speichers Gruppe I, Zelle 1 bis 51 zwecks Lieferung des Stromes von 30 Volt durch den Ladeschalter U I neben einander geschaltet. Dagegen liefert in diesem Falle die Gruppe II, Zelle 52 bis 102 mit der Gruppe I den Stellstrom. Zu diesem Zwecke sind die drei Teile der Gruppe II mittels des Ladeschalters U II hintereinander und hinter die drei Teile der Gruppe I (Textabb. 30) geschaltet. Der Ladeumschalter L U I ist auf Entladung nach oben umgelegt (Abbildung 16, Taf. XXXI). Die Speichergruppen I und II liefern daher hierbei einen Strom von (3 + 1) . 34 = 136 Volt, der als Strom von 120 Volt bezeichnet und zum Umstellen der Weichen- und Signal-Antriebe benutzt wird.

Abb. 30.



Die — Pole der drei Teile der Gruppe I sind mit der Erdschiene am Schaltbrette verbunden, die + Pole mit der 30-Voltschiene. Der — Pol der Gruppe II ist mit der 30-Voltschiene, ihr + Pol mit der 120-Voltschiene verbunden. Von den Schienen kann daher der Strom für den Betrieb der Stellwerke entnommen werden. In diesem Falle liefert also die linke Hälfte des Speichers, Gruppen I und II, den Betriebstrom und zwar 24 Stunden lang, während die rechte Hälfte, Gruppen III und IV, geladen wird, oder nach beendeter Ladung zur Verfügung steht. Umgekehrt wird, während die rechte Hälfte den Betriebstrom liefert, die linke Hälfte geladen oder verfügbar.

Damit die Inanspruchnahme der Gruppen I und II in dem in Abb. 16, Taf. XXXI dargestellten Falle nicht ungleichmäfsig wird, ist die Einrichtung getroffen, dafs die Gruppen I und II mittels der Entladeschalter U I und U II so umgeschaltet werden können, dafs die drei Teile der Gruppe II neben einander geschaltet sind und den Strom von 30 Volt liefern, während die drei Teile der Gruppe I hintereinander und hinter die Teile der Gruppe II geschaltet den Stellstrom zu liefern haben.

Zu diesem Zwecke wird der Entladeschalter U II aus der untern Stellung in die obere, und der Entladeschalter U I aus der obern in die untere gebracht. Diese Reihenfolge mufs eingehalten werden, damit Gruppe II schon Strom von 30 Volt liefert, während der Strom der Gruppe I beim Umlegen des Entladeschalters U I unterbrochen wird. Dadurch wird verhütet, dafs die Überwachung- und Kuppel-Ströme unterbrochen werden und etwa gezogene Signalarme auf »Halt« fallen. Die kurze Unterbrechung des Stellstromes vom Umlegen des Entladeschalters U II bis zum Eindrücken von U I in die unteren Bürsten genügt nicht, Störungen herbeizuführen.

Die Inbetriebnahme einer Speicherhälfte, die während der Nacht geladen gestanden hat, findet morgens um 7 Uhr statt. Daher ist vorgeschrieben, dafs die vorbezeichnete Umschaltung abends um 7 Uhr stattfindet, so dafs die Gruppe, die am Tage den Stellstrom abgegeben hat, während der Nacht den Überwachungstrom liefert und umgekehrt.

Die an der Rückseite der Schalttafel angebrachten Schienen für den Strom von 30 Volt, 120 Volt und für die Erdleitung sind mit drei gleichlaufend mit ihnen an der Gebäudewand angebrachten Schienen verbunden, von denen je drei in fünf Kabeln liegende Leitungen nach den fünf Stellwerken I bis V führen (Abb. 16, Taf. XXXI). In die Verbindungsleitung ist der Stellwerkeinschalter eingelegt, an dem die Leitungen nur bei einem aufsergewöhnlichen Anlasse unterbrochen werden dürfen, da die Stellwerke ohne Unterbrechung im Betriebe sein sollen.

Die rechte Hälfte des Speichers ist nach Abbildung 16, Taf. XXXI für die Ladung geschaltet. Dabei sind die 102 Zellen der Gruppen III und IV dadurch hintereinander gebracht, dafs die Ladeschalter U III und U IV und der Ladeumschalter L. U II nach unten umgelegt worden sind.

Der der Speiseleitung entnommene Gleichstrom durchläuft

die Zusatzmaschine, wobei seine Spannung unter der Wirkung der vom Stromerzeuger mittels einer Lederkuppelung angetriebenen Triebmaschine entsprechend der jeweiligen Speicherspannung geregelt wird.

Dabei wird die Zusatzmaschine D (Abb. 16, Taf. XXXI) derart erregt, dafs die an der + Ladeleitung liegende Bürste I zum — Pole und die Bürste II zum + Pole wird. Hierdurch wird erreicht, dafs sich die Spannung der Zusatzmaschine zu der der Ladeleitung hinzusetzt. Für die tägliche Aufladung auf 2,45 Volt für die Zelle ist demnach für 102 hintereinander zu ladende Zellen eine Spannung von rund 250 Volt nötig und daher eine Zusatzspannung von 30 Volt, da die Spannung in der Speiseleitung nur 220 Volt beträgt. Nur bei den in gröfseren Zeitabständen erforderlichen Überladungen mufs die Spannung bis 2,7 Volt für die Zelle erhöht werden, wozu eine Zusatzspannung von 50 Volt erforderlich ist.

Nach vollständiger Entladung, also bei 1,83 Volt Zellenspannung beträgt die Speicherspannung beim Beginne der Ladung etwa 187 Volt, steigt jedoch rasch bis auf etwa 210 Volt. Es ist somit nötig, durch Vorschaltwiderstände eine Überschreitung der zulässigen Ladestromstärke bei Beginn der Ladung zu verhüten. Zu diesem Zwecke wird die Zusatzmaschine und die mit ihr gekuppelte Triebmaschine M verwendet. Durch den Nebenschlufsregler 6 wird zunächst die Zusatzmaschine so erregt, dafs die Bürste I + Pol und die Bürste II — Pol ist. Durchläuft nun der Ladestrom die Zusatzmaschine, so wird sie zu einer Triebmaschine, deren Magnete fremd erregt sind und an deren Bürsten eine veränderliche Spannung herrscht. Gleichzeitig wird der Anker vom Ladestrome durchflossen. Die angekuppelte Triebmaschine wird zum Stromerzeuger und gibt Strom an das Netz zurück. Das dauert so lange, bis die steigende Speicherspannung gleich der Netzspannung geworden ist. Jetzt herrscht an den Bürsten der Zusatzmaschine D die Spannung Null, demnach ist auch die Leistung gleich Null. Werden nun durch den Nebenschlufsregler 6 die Pole der Maschine D gewechselt, so tritt ihre Spannung zur Netzspannung hinzu, und nun kann der Speicher voll aufgeladen werden.

Ist der Speicher nicht vollständig entladen, was meist zutrifft, so fällt der erste Teil der Wirkung weg, da die Speicherspannung in ganz kurzer Zeit der Netzspannung gleich wird.

Wenn im ersten Falle der völlig entladene Speicher wieder geladen werden soll, so ist der Stromlauf bei einer Ladung nach Schlufs des Schalters 1 folgender:

+ Ladeleitung, P am Ölanlasser 2, P am Nebenschlufsregler 6, die Kurbel liegt nach links, III am Regler 6, III Ankerwickelungen von D IV, IV am Regler 6, Q am Regler, — Ladeleitung.

Die erregte Triebmaschine M läuft an und nimmt den ebenfalls erregten Stromerzeuger D mit. Dessen Ankerstromkreis ist indes noch nicht geschlossen. Wird die Kurbel des Ölanlassers 2 in die Endstellung gebracht und dort durch den Elektromagneten 3 festgehalten, so ist dadurch Bürste I von D über P mit der + Ladeleitung verbunden. Die Ladung beginnt, wenn 8 nach links gelegt und 9 geschlossen wird. Der Stromlauf ist nunmehr:

+ Ladeleitung, P, Anlasserkurbel, P_1, I Anker von D II, 8, 9, + L, Speicher, — L, 8, 1 Ladeleitung.

D läuft als Triebmaschine.

Aufserdem entsteht der Stromlauf:

M, + Bürste I, (II) I, P_1, I Anker D, II, 8, 9, Speicher, — L, 8, Bürste II von M.

Die Stromrichtung ist jetzt umgekehrt, da nun M getrieben wird.

Da die Speicherspannung rasch steigt, wird ihr Unterschied gegen die Netzspannung, die an den Bürsten I und II von D zur Wirkung kommt, immer kleiner. Daher mufs die Kurbel 6 derart nach rechts gedreht werden, dafs die Ladestromstärke, die am Amperemesser 10 abgelesen wird, unverändert bleibt. Die Stromabgabe von M nimmt ab. Steht die Kurbel von 6 in Mittelstellung, so wird D spannungslos; die Stromrichtung in M wechselt, M wird wieder Triebmaschine und treibt D an. Ist die Ladestromstärke auf etwa 25 Amp. gesunken, so wird die Kurbel von 6 nach rechts weitergedreht, D wechselt die Pole und gibt Zusatzspannung, wodurch die Ladestromstärke wieder steigt. Liegt die Kurbel von 6 in der Endlage rechts, so gibt D die höchste Zusatzspannung von 50 Volt, so dafs die Ladespannung auf 270 Volt steigt.

Am Ende der Ladung sinkt die Stromstärke soweit, dafs der selbsttätige Ausschalter 9 abfällt und dadurch den Ladestromkreis unterbricht. Wird dann der Ladeschalter 1 geöffnet, so läfst 3 die Kurbel von 2 los und die Kurbel kehrt selbsttätig in ihre Ruhelage zurück.

War der Speicher nicht ganz entladen, so ist die Kurbel von 6 gleich bei Beginn der Ladung soweit nach rechts zu drehen, dafs die vorgeschriebene Ladestromstärke vorhanden ist, wobei D als Stromerzeuger arbeitet.

Aus dem Vorstehenden folgt, dafs während der Ladung nur nötig ist, den Nebenschlufsregler 6 zu bedienen und am Amperemesser 10 abzulesen.

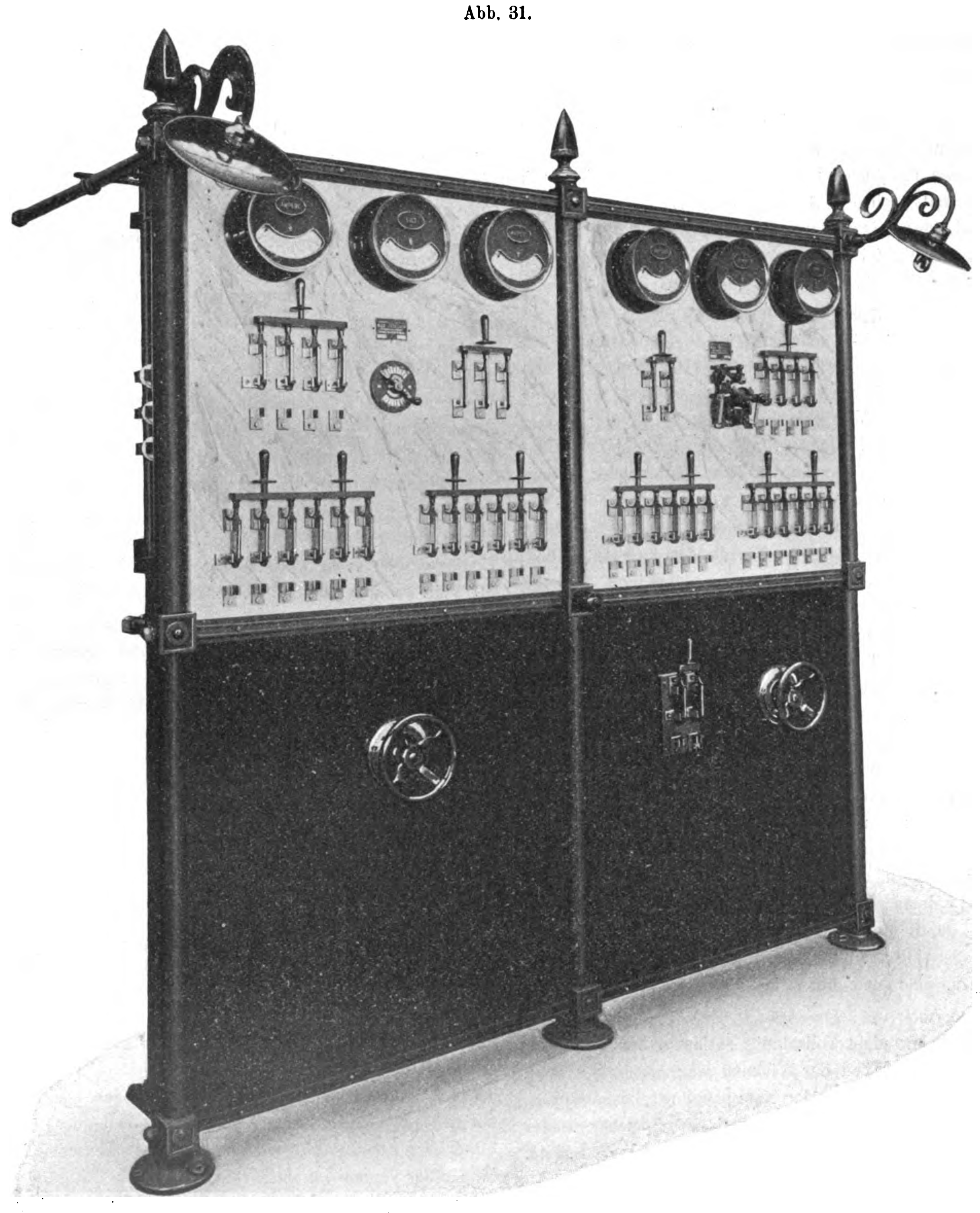
Sollte der Maschinensatz zeitweilig aufser Betrieb gesetzt werden müssen, so kann der Speicher auch unmittelbar geladen werden. Hierzu wird der Umschalter 8 nach rechts eingestellt, und die Stromstärke mittels des Widerstandes W geregelt. In diesem Falle kann freilich die Zellenspannung nur auf 2,16 Volt gebracht werden. Dauert die Störung längere Zeit, so wird es nötig, je eine Speichergruppe von 17 Zellen durch Abklemmen hinter der Schalttafel am Drehpunkte der Umschalter und Verbinden der beiden Umschalterklemmen aufser Tätigkeit zu setzen. Dann sind nur noch 85 Zellen mit 220 Volt zu laden, so dafs eine Zellenspannung von 2,6 Volt erreicht wird.

L. Die Schalttafel.

Auf der Schalttafel, von der Textabbildung 31 die Vorder-, Textabbildung 32 die Rückseite darstellt, sind auf der Vorderseite folgende Vorrichtungen angebracht:

1. auf dem untern Teile der Marmorplatte die vier Ladeschalter U I bis U IV mit je 6 gekuppelten Hebeln für die Speichergruppen I bis IV. In der Stellung nach oben befinden sich diese Schalter bei der Entladung, in der Stellung nach

Abb. 31.



unten bei der Ladung und in wagerechter Stellung bei der Ausschaltung;

2. darüber rechts und links die beiden Ladeumschalter L. U I und L. U II mit je vier gekuppelten Hebeln, deren Stellung sich regelt, wie bei 1. angegeben ist;

3. dazwischen der Stellwerkeinschalter mit drei gekuppelten Hebeln;

4. der Einschalter für die Speiseleitung mit zwei gekuppelten Hebeln;

5. rechts davon der selbsttätige Ausschalter;

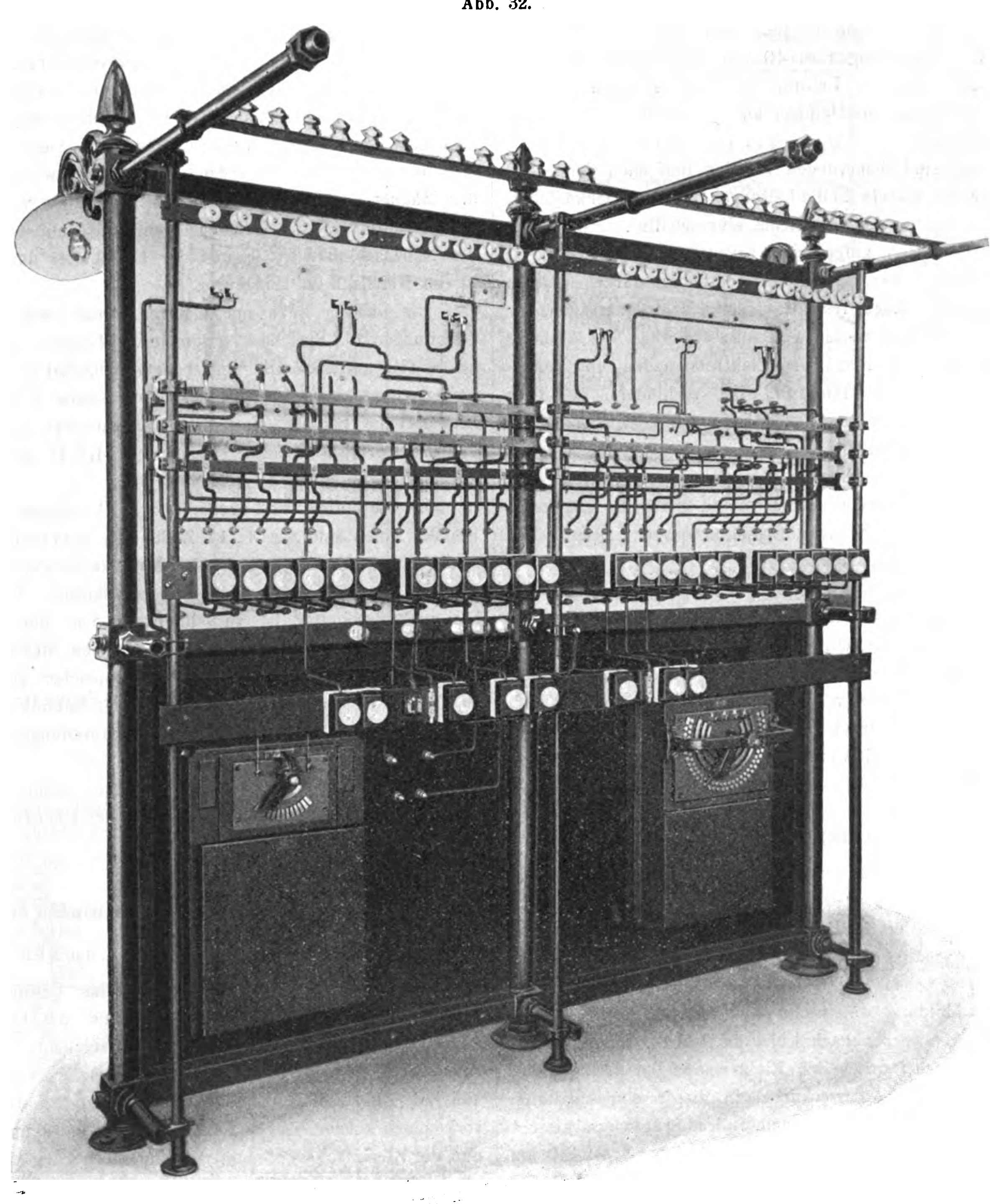
6. in gleicher Höhe links der Spannungschalter,

und oben von links nach rechts

7. der Amperemesser für den Strom von 120 Volt, der bis 35 Amp. zeigt;

8. der gemeinsame bis zu 300 Volt anzeigende Voltmesser für alle Leitungen; seine Einschaltung erfolgt mittels des Spannungschalters 6;

Abb. 32.



9. der Amperemesser für den Strom von 30 Volt, der bis 35 Amp. zeigt;

10. der Amperemesser für die Speiseleitung, der bis 75 Amp. zeigt;

11. der Amperemesser für den Zusatzstrom des Stromerzeugers D, der bis 20 Amp. zeigt;

12. der Voltmesser für die Zusatzspannung, der bis 50 Volt zeigt.

Unter der Marmortafel befindet sich auf der linken Seite die Kurbel für den Nebenschlufsregler und auf der rechten Seite die Vorrichtung zum unmittelbaren Laden des Speichers mit Umgehung der Triebmaschine M und des Stromerzeugers D, falls diese zeitweilig aufser Betrieb gesetzt werden müfsten. Diese Vorrichtung besteht aus dem Einschalter mit zwei gekuppelten Hebeln und aus der Kurbel zur Regelung eines Ladewiderstandes.

Auf der Rückseite der Schalttafel (Textabbildung 32) befinden sich die Klemmen für den Anschlufs aller Leitungen, die 120 Voltschiene, die 30 Voltschiene und die Erdschiene. Ferner sind dort 24 Schmelzsicherungen zu 30 Amp. für die

24 von den Speichergruppen nach den Klemmen der Ladeschalter U I bis U IV geführten Leitungen angebracht, darunter von links her 2 Sicherungen zu 40 Amp. für die Speiseleitung, 2 zu 15 Amp. für die Leitung von der Maschine, 2 von 2 Amp. für die Schaltbrettlampen und 2 von 30 Amp. für die Stellwerksleitungen.

Aufserdem sind Sicherungen vor den fünf nach den Stellwerken führenden Kabeln in die Leitungen für den Überwachungstrom und in die für den Stellstrom eingeschaltet.

Der unter Nr. 5 aufgeführte selbsttätige Ausschalter ist ein Elektromagnet, der sich vom Ladestrome durchflossen in der eingeschalteten Lage festhält. Bleibt der Strom aus oder sinkt er unter eine bestimmte Grenze, so überwiegt die Wirkung einer Abreifsfeder die Kraft des Elektromagneten und unterbricht den Ladestrom. Dadurch wird verhindert, dafs der Strom beim Sinken der Ladestromstärke aus dem Speicher in die Ladeleitung zurückfliefst.

Soll an dem gemeinsamen Spannungsmesser Nr. 8 eine Spannung gemessen werden, so ist die in Betracht kommende Leitung an dem unter dem Spannungsmesser befindlichen Spannungschalter einzuschalten.

Um den Stromverbrauch feststellen zu können, ist vor der Zusatzmaschine ein Wattstundenzähler eingeschaltet. Auch ist hinter dem Speicher je ein Wattstundenzähler in der Stellleitung und in der Überwachungsleitung angebracht. Daher kann nicht nur der ganze Stromverbrauch der Anlage, sondern auch der Stromverlust, der durch die Maschinen- und die Speicher-Anlage entsteht, ermittelt werden. Alle drei Wattstundenzähler gehen bis 9999.

M. Bedienung der Stromanlage.

Für die Bedienung der Stromlieferungsanlage gelten folgende Vorschriften.

Soll die Maschine in Betrieb gesetzt werden, so ist der zweipolige Ladeschalter zu schliefsen und die Kurbel des auf der Grundplatte neben der Triebmaschine aufgestellten Ölanlassers (Textabbildung 45, rechts) langsam in etwa 10 bis 15 Sekunden von rechts nach links zu drehen. In der Endlage wird die Kurbel durch den Elektromagneten festgehalten. Es ist untersagt, die Anlasserkurbel in dieser eingeschalteten Lage festzubinden oder festzuklemmen. Der Spannungschalter 4 (Abb. 16, Taf. XXXI) wird für den Speicher gestellt, am Voltmesser 5 wird die Speicherspannung und dann die Ladespannung abgelesen. Je nach dem Unterschiede zwischen diesen beiden Spannungen wird der Stromerzeuger D mittels des Nebenschlufsreglers 6 mehr oder weniger erregt. Seine Spannung wird am Voltmesser 7 abgelesen. Der zweipolige Hebelumschalter 8 wird auf Maschinenladung umgelegt, und dann der selbsttätige Ausschalter 9 geschlossen, wodurch die Ladung beginnt.

Die am Amperemesser 10 abzulesende Ladestromstärke darf 35 Amp. nicht überschreiten. Die Stromstärke ist hiernach am Nebenschlufsregler 6 durch Drehen des Handrades einzuregeln.

Die im gewöhnlichen Betriebe täglich vormittags auszuführende Ladung ist beendet, wenn der Hauptvoltmesser 5 nach Einstellen des Spannungschalters auf den Speicher etwa 245 Volt anzeigt und die Säuredichtigkeit die vorgeschriebene ist. Alle vier Wochen ist eine Überladung erforderlich, bei der die Spannung bis auf 270 Volt gesteigert werden mufs.

Soll die Maschine nach beendeter Ladung stillgestellt werden, so wird der Ladeschalter 1 geöffnet und dadurch zunächst der selbsttätige Ausschalter 9 zum Ausfallen gebracht, falls er nicht schon abgeschaltet hatte. Am Ölanlasser läfst der Magnet 3 die Anlasserkurbel los und diese wird durch die Federwirkung in die Ruhelage gedreht. Schliefslich ist noch der Nebenschlufsregler 6 und der Einschalter der Maschine 8 in die Ruhelage zu bringen.

Die Ladung kann nur erfolgen, wenn zwei von den vier Abteilungen des Speichers, zusammen 102 Zellen, hintereinander geschaltet werden. Die sechspoligen Umschalter von je zwei zusammengehörigen Abteilungen, beispielsweise U III und U IV, sind also auf Ladung, Entladung, Stellspeicher zu stellen und der zugehörige vierpolige Umschalter L U II gleichfalls auf Ladung.

Zur Entladung sind ebenfalls zwei Abteilungen erforderlich. Bei der einen sind die 3 . 17 Zellen der drei Gruppen für den Stellspeicher alle hinter einander, bei dem Überwachungspeicher sind die Gruppen neben einander zu schalten. Der dreipolige Stellwerkseinschalter ist zu schliefsen. Von den sechspoligen Umschaltern ist einer nach unten für den Stellspeicher, und einer nach oben für den Überwachungspeicher zu legen, der zugehörige vierpolige Ladeschalter ist auf Entladung zu stellen. Auch ist es möglich, alle vier Speicherabteilungen gleichzeitig zu entladen.

Der Speicher ist vollständig entladen, wenn die Spannung des Stellstromes auf 126 Volt, und die des Überwachungstromes auf 32 Volt gesunken ist.

N. Darstellung der Schaltung der elektrischen Stellwerke.

Nr. 1. Bezeichnung der Klemmen an den Schaltern.

Die Klemmen zum Anschliefsen der Leitungen an die Schalter werden nach Textabb. 33 und 34 beziffert. Die gleichen Klemmen erhalten in allen Weichen-, Fahrstrafsen- oder Signal-Schaltern dieselben Nummern. In Textabb. 33 und 34 sind alle Klemmen zusammengestellt, die überhaupt vorkommen können. An den Schaltern sind indes im allgemeinen nur die Klemmen angebracht, die zur Ausführung der Schaltung tatsächlich erforderlich sind.

1 bis 6 sind die Klemmen für die Stromschliefser, die von der Achse des Signalhebels oder des Hebels der spitz befahrenen Weiche betätigt werden.

11 bis 13, 21 bis 23, 31 bis 33, 41 bis 43 sind Klemmen zum Anschlusse der Stelleitungen und Kuppelstrom-Leitungen an den Arbeitschalter, der von dem Signalhebel und dem Weichenhebel gesteuert wird.

15 bis 18, 25 bis 28, 35 bis 38, 45 bis 48 sind die Anschlufsklemmen für die Elektromagnete I, II, III und IV, die an einem Schalter angebracht sein können.

71 bis 79 und 81 bis 89 sind die Klemmen zum Anschliefsen der Leitungen an die Stromschliefser, die von den Ankern der Sperrmagnete der Fahrstrafsenschalter bewegt werden.



Abb. 33.

Weichen-, Signal- und Fahrstrafsenschalter. Von der Schalterachse aus gesehen.

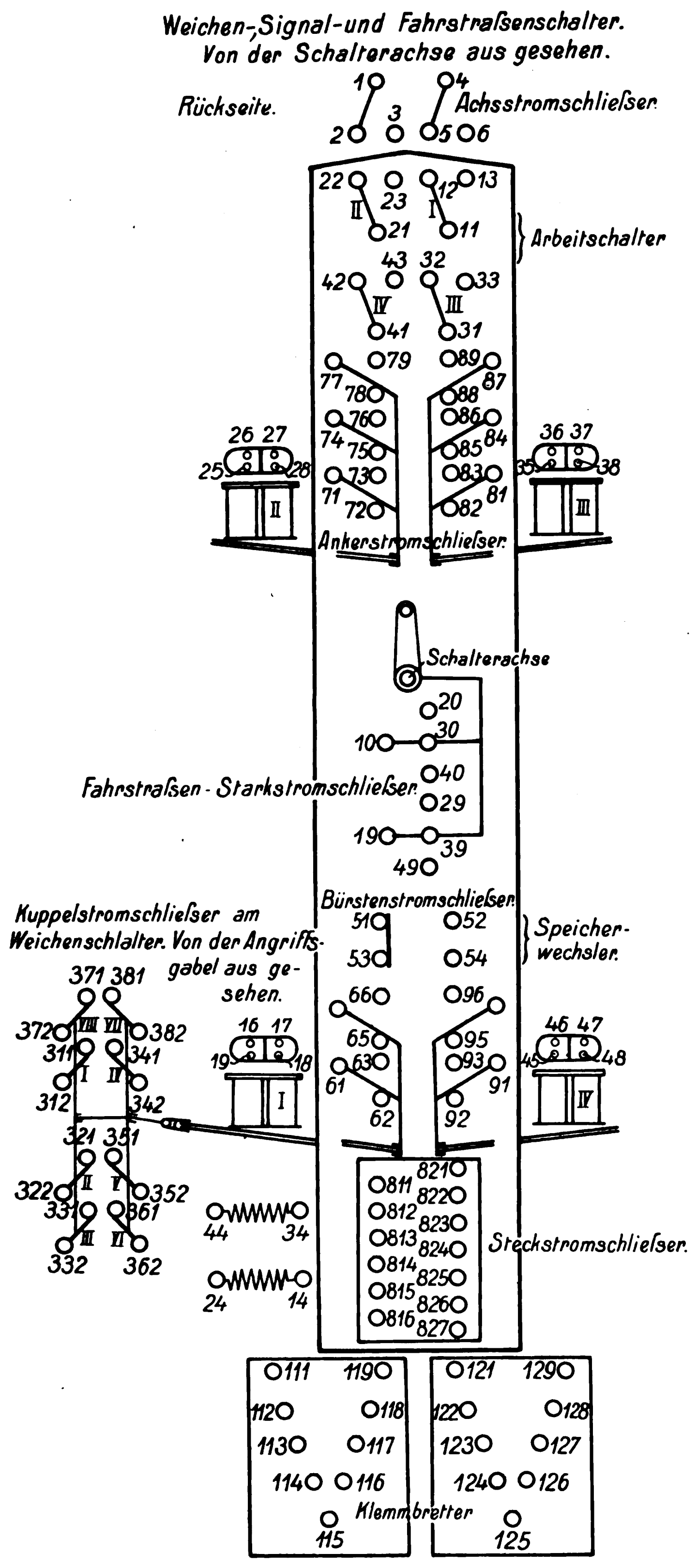


Abb. 34.

Stromschliefser am Fahrstrafsenschalter Von der Kuppelklinke aus gesehen.

211 O	O 212	221 O	O 222
213 O I	O 214	223 O II	O 224
215 O	O 216	225 O	O 226
231 O	O 232	241 O	O 242
233 O III	O 234	243 O IV	O 244
235 O	O 236	245 O	O 246
251 O	O 252	261 O	O 262
253 O V	O 254	263 O VI	O 264
255 O	O 256	265 O	O 266
271 O	O 272	281 O	O 282
273 O VII	O 274	283 O VIII	O 284
275 O	O 276	285 O	O 286
291 O	O 292	201 O	O 202
293 O IX	O 294	203 O X	O 204
295 O	O 296	205 O	O 206

Rückseite.

61 bis 66 und 91 bis 96 bezeichnen die Anschlufsklemmen der Magnetschalter, die an dem Fahrstrafsenschalter anzubringen sind, falls die Auflösung der Fahrstrafse durch den Zug mittels einer Sonderschiene erfolgt.

311, 312 341, 342
321, 322 351, 352
331, 332 361, 362
371, 372 381, 382

sind die Anschlufsklemmen an den Kuppelstromschliessern der Weichen. Sie müssen für alle Weichen vorgesehen werden, deren Stellung durch den Kuppelstrom nachgeprüft werden mufs, weil die Weichen für Zugfahrten festzulegen sind. Für jede Fahrstrafse, bei der die Weiche in Frage kommt, ist einer der in Textabb. 33 angegebenen acht Stromschliefser erforderlich.

34, 44, 24, 14 sind Anschlufsklemmen für Widerstände.

811 bis 816 und 821 bis 827 bezeichnen die Steckstromschliefser, die an allen Schaltern der drei Arten angebracht sind, damit die Schalter, falls sie losgenommen waren, ohne weiteres wieder eingesetzt werden können.

111 bis 119 und 121 bis 129 sind die Anschlufsklemmen für die Aufsenleitungen vorn unter den Schaltern im Stellwerkgehäuse.

211 bis 216, 221 bis 226, 231 bis 236, 241 bis 246, 251 bis 256, 261 bis 266, 271 bis 276, 281 bis 286, 291 bis 296 und 201 bis 206 bezeichnen die Klemmen an den Fahrstrafsenstromschliefsern (Textabb. 34), die in der Ruhelage, oder nach dem Umlegen des Fahrstrafsenhebels in der einen oder andern Richtung zu je zweien in der Wagerechten mit einander verbunden sind, wobei der Freigabe-, der Kuppel- und der Auflöse-Strom geschlossen oder unterbrochen werden.

Um in den Schaltplänen (Abb. 7 bis 10, Taf. XXX und Taf. XXXIII bis XXXVI) die Klemmen in den verschiedenen Schaltern eines Stellwerkes von einander zu unterscheiden, wird hinter die Nummer der Klemme die Nummer des Feldes oder Schalters gesetzt, wobei die Felder eines Stellwerkes fortlaufende Nummern erhalten. Demnach bedeutet beispielsweise 12306 die Anschlufsklemme 123 im 6. Felde.

10, 20, 30, 40, 19, 29, 39, 49 sind Klemmen für den Anschlufs von Stellstromleitungen an Stromschliefser, die an dem Fahrstrafsenschalter erforderlich sind, falls mehrere Signale mit einem Signalhebel gestellt werden.

51, 52, 53, 54 sind die Klemmen an den Bürstenstromschliefsern des Speicherwechslers an dem Weichenschalter und dem Signalschalter.

Nr. 2. Bezeichnung der Stromschliefser und der übrigen Vorrichtungen.

Die Schaltung der Stellwerke ist in den Schaltplänen (Abb. 7 bis 10, Taf. XXX und Taf. XXXIII bis XXXVI)

dargestellt. Diese Pläne enthalten alle elektrische Abhängigkeiten, sie machen daher die Wiedergabe der nur für die Verschlüsse im Schieberkasten erforderlichen Verschlufstafeln hier entbehrlich. In ihnen bezeichnet

Stromlauf vom Speicher.

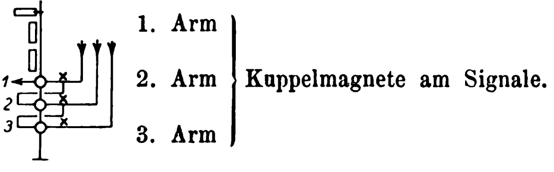
Stromlauf zur Erde.

Umschalter. In der Ruhelage ist der Stromlauf a, b, c, nach Umschaltung a, b, d.

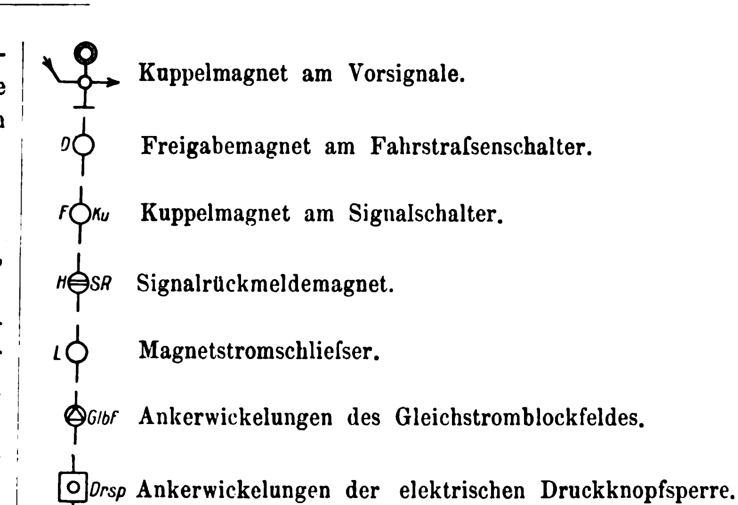
Überwachungsstromschliefser an der Weiche für den Kuppelstrom des Signales. Der Überwachungsstrom der Weiche zieht den Anker des Überwachungsmagneten an und schliefst dadurch den Signalkuppelstrom.

Widerstand, der eingeschaltet wird, um den Stromverbrauch in einer längere Zeit geschlossenen Leitung zu vermindern, oder um den Widerstand zeitweise abgeschalteter Elektromagnete zu ersetzen.

Stromlauf über den Wecker zur Erde. Der Wecker ertönt, so lange der Stromlauf zur Erde geschlossen ist.



Stromschliefser vor dem Kuppelmagneten am Signale.



Ankerwickelungen der elektrischen Druckknopfsperre.

Stromdicht gelagerte Schiene.

Schienenstromschliefser.

Ankerwickelung des Magneten an der Freigabevorrichtung.

Überwachungsmagnet am Signalschalter.

(Fortsetzung folgt.)

Drei- und Vier-Zylinder-Verbund-Schnellzug-Lokomotiven der österreichischen Nordwestbahn.

Mitgeteilt von **F. Felsenstein,** Oberingenieur der österreichischen Nordwestbahn.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 8 auf Tafel XXXVII.

1. Beschreibung der Lokomotiven.

In der Zeit als die Zweizylinder-Verbundlokomotive gröfsere Verbreitung fand, stellte auch die Direktion der österreichischen Nordwestbahn Versuche mit solchen Verbundlokomotiven an, indem sie sowohl Schnellzug-, als auch Güterzug-Lokomotiven zum Teil mit Zwillings-, zum Teil mit Verbund-Wirkung bei sonst gleichen Abmessungen ausführen liefs, um einen verläfslichen Vergleich dieser beiden Bauarten im eigenen Betriebe zu gewinnen.

Die Erfahrungen waren insofern günstig, als die Verbundlokomotive namentlich bei ungünstigen Betriebsverhältnissen die Zwillingslokomotive an Leistungsfähigkeit übertraf; aber die bezüglich der Heizstoffersparnis an sie geknüpften Erwartungen erfüllten sich nur zu geringem Teile; so ergaben die 3/5 gekuppelten 2. C. 0*) - Gebirg-Schnellzuglokomotiven nach besonderen Aufzeichnungen in der Zeit von Anfang Mai 1902 bis Ende Februar 1903 folgende Verbrauchsziffern:

Zusammenstellung I.

	Mai bis September		Oktober bis Februar	
	Zwilling	Verbund	Zwilling	Verbund
Mittlere Zugbelastung in t .	162	164	152	152
kg Kohle für 1 Zug-Kilometer	14,04	13,10	15,05	14,59
„ „ „ 100 Tonnen- „	8,65	8,00	9,87	9,59

*) Die linke Ziffer gibt die Zahl der vorderen Laufachsen, der mittlere Buchstabe, A = 1, B = 2 und so fort, die Zahl der Trieb- und Kuppel-Achsen, die rechte Ziffer die Zahl der hinteren Laufachsen an.

Die Verbundlokomotiven wiesen demnach im Sommer nur 7 %, im Winter sogar nur 3 % Minderverbrauch gegen die Zwillingslokomotiven gleicher Bauart auf.

Etwas günstiger war der Vergleich nur bei den 3/4 gekuppelten 1. C. 0 - Güterzug-Lokomotiven, bei denen die Verbundlokomotiven bis zu 10 % weniger verbrauchten, als die Zwillingslokomotiven gleicher Abmessungen.

Die Erklärung hierfür findet sich nach den angestellten Untersuchungen in der durch die schwierigen Bahnverhältnisse bedingten Mannigfaltigkeit der Inanspruchnahme und in dem Wechsel der Zylinderfüllungen, mit dem die Lokomotiven arbeiten müssen. Da der Entwurf der Steuerung für die beiderseits verschiedenen Zylinder auf eine annähernd gleiche Verteilung der Arbeitsleistung in beiden Zylindern Rücksicht nehmen mufs, und die sparsamste Dampfarbeit bei dem starren Zusammenhange der Hochdruck- mit der Niederdruck-Steuerung nur für ein bestimmtes mittleres Füllungsverhältnis erzielt werden kann, werden die Vorteile der Verbundwirkung bei stark wechselnder Beanspruchung der Lokomotive durch die Spannungsabfälle, welche bei jedem andern als dem günstigsten Füllungsverhältnisse durch zu grofse Niederdruckfüllung im Verbinder entstehen, mehr oder weniger aufgehoben. Hierzu kommt der wenn auch geringe Dampfaufwand der Zweizylinder-Verbundlokomotive auf Gefällen, die mit der Zwillingslokomotive ohne Dampf befahren werden, verursacht durch die Luftpumparbeit des grofsen Niederdruckkolbens.



Die Erfahrungen und Untersuchungen wiesen also nach, dafs von einer für Gebirgstrecken bestimmten Verbundlokomotive mit vielfach wechselnder Inanspruchnahme nur dann namhafte Ersparnisse zu erwarten sind, wenn sie der hinsichtlich der Zylinderanordnung beiderseits gleichartigen Drei- oder Vierzylinder-Bauart angehört, bei der ungleiche Arbeitsverteilung auf Hoch- und Niederdruck-Zylinder auf den Gang der Maschine keinen störenden Einflufs hat, und der Entwurf der Steuerung auf die vorteilhafteste Ausnutzung der Dampfarbeit allein abzielen kann.

Als daher im Jahre 1904 der Bedarf an leistungsfähigeren Schnellzuglokomotiven auftrat, war für die neu zu beschaffenden Lokomotiven nur noch die Wahl zwischen der Drei- und der Vierzylinder-Bauart zu treffen.

Obgleich das einfachere Triebwerk und dessen geringeres Gewicht für die Wahl dreier Zylinder sprach, so waren doch die damals schon zahlreichen Ausführungen mit vier Zylindern und deren günstige Erfolge geeignet, ein Vorurteil gegen die Dreizylindermaschine zu erwecken, welche bis dahin, abgesehen von einer 1883 in England angekauften und mittlerweile beseitigten Lokomotive der Bauart Webb, in Österreich-Ungarn nur in einer auf den ungarischen Staatsbahnen verkehrenden, 3/3 gekuppelten 0.C.0-Güterzug-Lokomotive von 1892, einer 2/4 gekuppelten 2.B.0-Schnellzug-Lokomotive der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft von 1897 und einer 3/4 gekuppelten 1.C.0-Güterzug-Lokomotive der Aufsig-Teplitzer Eisenbahn von 1902 vertreten war.

Die bei diesen Bahnverwaltungen erzielten günstigen, allerdings vereinzelten Erfolge mit der Dreizylinder-Lokomotive und die guten Erfahrungen der Jura-Simplon-Bahn mit ihren zahlreichen Dreizylinder-Lokomotiven einerseits, die grofse Verbreitung der Vierzylinder-Lokomotive und deren Bewährung anderseits, ferner der Umstand, dafs verläfsliche Vergleiche mit beiden Bauarten unter sonst gleichen Verhältnissen nicht vorlagen, führten zu dem Entschlusse der Direktion, die acht neu anzuschaffenden Schnellzug-Lokomotiven bei sonst ganz gleichen Abmessungen je zur Hälfte mit drei und mit vier Zylindern zu bauen, um beide Bauarten unter ganz gleichen Betriebsverhältnissen auf den eigenen Linien zu erproben.

Die im folgenden näher beschriebenen Lokomotiven (Abb. 1 bis 8, Taf. XXXVII) wurden Ende 1904 von der Maschinenbauanstalt der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft in Wien abgeliefert, welche seit langer Zeit der Ausgestaltung der Dreizylinder-Lokomotive mit getrennten Steuerungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet und auch die oben genannten ersten in Österreich-Ungarn verwendeten Dreizylinder-Lokomotiven gebaut hatte.

An den hier besprochenen Lokomotiven hat die Bauanstalt durch zweckmäfsige Gewichtsersparnisse in den Einzelteilen für das engbegrenzte Reibungsgewicht von 42 t eine verhältnismäfsig grofse Kesselheizfläche ermöglicht.

Die wichtigsten Abmessungen sind:

Zusammenstellung II.

Lokomotive.

	3 Zylinder	4 Zylinder
Rostfläche R	3,1 qm	
Anzahl der Heizrohre von 52/47 mm Durchmesser	256	
Länge „ „ zwischen den Rohrwänden	4420 mm	
Heizfläche der Heizrohre, wasserberührt	184,8 qm	
„ „ Feuerbüchse „	13,8 „	
Ganze Heizfläche, wasserberührt, H =	198,6 „	
H : R =	64,1	
Dampfspannung im Kessel p	13,5 at	
Triebrad-Durchmesser bei 70 mm Reifenstärke D	1770 mm	
Laufrad- „ „ 70 „ „	1009 „	
Durchmesser der Hochdruck-Zylinder d	490	350 mm
„ „ Niederdruck- „ d_1	600 mm	
Kolbenhub h	650 „	
Zylinderraum-Verhältnis	1 : 3	
Leergewicht der Lokomotive	57,1	57,7 t
Dienstgewicht „ „ ausgerüstet L =	63,3	63,9 „
Reibungsgewicht der „ „ L_1 =	42,0 „	
H : L =	3,14	3,12 qm/t

Tender.

	3 Zylinder	4 Zylinder
Wasserraum	15,2 m^3	
Kohlenladung, Steinkohle	6,0 t	
Leergewicht mit Geräten	16,9 „	
Dienstgewicht „ „ T =	38,1 „	
„ von Lokomotive und Tender L + T =	101,4	102,0 t
H : (L + T) =	1,959	1,947 qm/t.

Die Achsen sind, mit Ausnahme der 3 % Nickel enthaltenden Kröpfachse, aus Martinflufsstahl angefertigt. Die Kröpfachse ist die vorderste der drei gekuppelten Achsen, und wird von allen drei oder vier Zylindern getrieben. Die Kurbeln der Dreizylindermaschine sind um 120° gegen einander verstellt, wobei die rechte Niederdruckkurbel der linken vor-, der Hochdruckkurbel nacheilt. Bei der Vierzylinderlokomotive sind die Kurbeln einer Seite um 180° verstellt, die rechten Kurbeln eilen den linken um 90° vor. Die Gegengewichte der Stahlgufsräder sind für 90 km/St. Geschwindigkeit bemessen.

Die Tragfedern der Kuppelachsen sind unter den Achslagern angeordnet, deren Einrichtung das Herausnehmen der Schmierpolster und das Untersuchen des Lagerhalses ohne besondere Abnahme von Teilen ermöglicht. Die Tragfedern der Triebachse sind über den Achslagern aufgesetzt und mit denen der benachbarten Kuppelachse durch Ausgleichhebel verbunden, welche sowohl im Rahmen, als auch in den Federschrauben auf Schneiden gelagert sind, die sich schon bei früheren Ausführungen gut bewährt haben.

Der 28 mm starke Plattenrahmen stützt sich vorn mit dem an den Querversteifungen befestigten Kugelzapfen auf die um 40 mm nach jeder Seite federnd bewegliche Wiege des Drehgestelles.

Die vier Dampfzylinder sind in der bekannten Ausführung aus zwei in der Mitte geflanschten Gufsstücken hergestellt und zur Auflage des Kessels sattelförmig ausgebildet. Die innen liegenden Hochdruckzylinder sind wegen des darunter befindlichen Drehgestelles 1 : 9,1 geneigt.

Bei der Dreizylinder-Lokomotive mufste der Hochdruckzylinder wegen seiner gröfseren Abmessungen vor die Drehgestellwiege gelegt werden. Die Neigung ist 1 : 6,1; der Ausströmungs- und Verbinder-Raum ist mit den Schieberkasten der

aufsen liegenden Niederdruckzylinder durch gufseiserne Knierohre verbunden.

Alle Dampfschieber sind Kanalschieber mit doppelter Einströmung. Die Anordnung der Steuerung läfst vermöge der zwei ineinander geschobenen und mit nur einer Schaltkurbel zu betätigenden Steuerschrauben und vermöge der zwei ineinander gelagerten Steuerwellen die Einstellung der Füllungen in den Niederdruckzylindern unabhängig von den Hochdruckzylinderfüllungen zu.

Dies bedingte für die aufsen liegenden Hochdruck- und Niederdruck-Steuerungen der Bauart Heusinger bei der Vierzylinderlokomotive die Anwendung von Doppelschwingen nebst Umkehrwellen für die Bewegung der Hochdruckschieber.

Der Hochdruckschieber der Dreizylinderlokomotive wird durch eine innerhalb der Rahmen links liegende Stephenson-Steuerung betätigt, während die aufsen liegende Niederdruck-Steuerung gleich der der Vierzylinderlokomotive angeordnet ist.

Die Kolbenstangen-Kreuzköpfe sind mit Ausnahme des an nur einer Schiene geführten Hochdruck-Kreuzkopfes der Dreizylinderlokomotive doppelt geführt.

Die Feuerkiste des Kessels liegt über dem Rahmen, wodurch an Rostbreite so viel gewonnen wurde, wie die Räder der Kuppelachsen zuliefsen. Der Wärmeausdehnung des Kessels ist durch federnde Tragbleche Rechnung getragen. Innen ist der Kesselbauch mit den gut bewährten, in Mennigekitt gebetteten Schutzblechen versehen; zwischen dem Fufsringe und dem äufsern Feuerkistenmantel sind Kupfer-Schutzbleche eingenietet, deren oberer Rand zur Verhütung der beim Einziehen der Feuerbüchse und durch die steten Wärmedehnungen im Betriebe entstehenden Falten mit eisernen Deckleisten an den Stehkesselwänden niedergehalten wird.*) Am Kesselrücken befinden sich zwei Pop-Sicherheitsventile und der Sandkasten.

Der Regler ist in den Dampfdom eingebaut; die Doppelschieber der Bauart v. Borries versehen beim Anfahren alle drei oder vier Zylinder mit Frischdampf, welcher in der Fahrstellung des Reglerschiebers von dem zum Verbinder führenden Rohre abgesperrt wird. Die Einströmungsrohre liegen im Rauchkasten, in welchen auch die Anschlufsflanschen der Dampfzylinder hineinragen.

Der Auspuff erfolgt durch eine unveränderliche Blasrohrdüse, über deren Mündung ein scharfkantiger Steg angebracht ist.

Die Gleitflächen der Dampfschieber, die Dampfkolben und die innerhalb der Rahmen liegenden Zylinder-Stopfbüchsen werden durch Schmierpumpen von A. Friedmann geölt, von denen auch ein Auslauf die Reglerschieber und den durchströmenden Dampf fettet, eine schon an früheren Ausführungen bewährte Anordnung, durch die auch die vom Dampfe bestrichenen Schieberlappen gefettet werden.

An sonstigen Einrichtungen sind zu nennen: selbsttätige Luftsauge-Schnellbremse, Feuertür von Marek und Feuergewölbe in der Feuerkiste, Friedmann'sche ansaugende Strahlpumpen, und zwar rechts saugend Cl. ST, links nicht saugend Cl. SZ, Dampfheizeinrichtung; Geschwindigkeitsmesser von Haufshälter, Radreifenschmierung an der vordersten Achse; Lufteinlafsventile an jedem Zylinderdeckel.

*) Siehe „Die Lokomotive" 1904, S. 132.

Der Tender ist dreiachsig, läuft auf Achslagerschalen der Bauart Grofsmann mit Ölumlauf und ist mit der Lokomotive mittels zweier über einander angeordneter Zugeisen gekuppelt, von denen das obere als Notkuppelung dient. An der vordern Brust angebrachte schräge Buffer vermindern die Schlingerbewegungen. Zur Wasserzufuhr für die Speisevorrichtungen dienen Wasserschläuche von Szász.

2. Leistung und Verbrauch der Lokomotiven.

Die Leistungsproben dienten zur Feststellung der bei voller Ausnutzung des Kessels erreichbaren gröfsten Leistungen und des Heizstoff- und Wasser-Verbrauches, und zwar sowohl zum Vergleiche der Drei- und Vier-Zylinder-Lokomotiven unter einander, als auch zum Vergleiche der neuen Bauart mit den bis dahin verwendeten Schnellzug-Lokomotiv-Bauarten.

Die Proben wurden auf einer 19,27 km langen, im Mittel 9,03 $^0/_{00}$ geneigten Strecke durchgeführt, von der nur 54 $^0/_0$ gerade liegen; 4,3 km dieser Strecke sind nach 300 m, 2,8 km nach 400 m Halbmesser gekrümmt.

Der Zugwiderstand wurde mittels eines Zugkraftmessers am Tenderzughaken gemessen, womit die in der Witterung, in der Zusammensetzung des Zuges und ähnlichen Ursachen begründeten Einflüsse auf den Zugwiderstand berücksichtigt sind. Zur annähernden Ermittelung der von der Lokomotive und dem Tender für sich verbrauchten Arbeit wurden an den Probetagen auch Widerstandsmessungen mit der Lokomotive vorgenommen, indem die Probelokomotive nebst Tender mittels des Zugkraftmessers von irgend einer vorgespannten Lokomotive auf der Probestrecke mit einer den Leistungsproben annähernd entsprechenden Geschwindigkeit gezogen wurde, wobei der Widerstand wie bei den Leistungsproben für den Wagenzug aufgenommen wurde.

Durch Dampfdruck-Schaulinien und andere Untersuchungen wurden auch die für die Dampfarbeit vorteilhaftesten Beziehungen zwischen den Füllungen der Hoch- und Niederdruck-Zylinder ermittelt.

Endlich wurden im regelmäfsigen Betriebe Aufschreibungen über den Wasser- und Heizstoffverbrauch jeder einzelnen dieser neuen Lokomotiven geführt.

Die Ergebnisse der 15 Leistungsproben sind aus Zusammenstellung III ersichtlich. Die darin angeführten Zugkräfte, Fahrgeschwindigkeiten und P.S.-Leistungen sind die Mittelwerte aus den während der ganzen Probefahrt gemachten Beobachtungen, weshalb die angeführten Leistungen als Dauerleistungen anzusehen sind.

Wie aus der Zusammenstellung zu ersehen, betrug die auf dieser Probestrecke erzielte gröfste Dauerleistung 1050 P.S. bei einer Geschwindigkeit von 44,5 km/St. Als Kohle wurde die gewöhnlich für Schnellzüge benutzte und nicht eigens für die Proben ausgesuchte verwendet.

Der Durchschnitt aus allen Proben nach Ausscheidung der ungünstigsten Nr. 11 beträgt 912 P.S.

Der Dampfverbrauch für eine P.S. St. bewegt sich zwischen 8,72 und 10,58 kg, beträgt im Durchschnitte aus allen Proben 9,92 kg. Dies sind Ziffern, welche bis dahin bei Leistungsproben mit anderen Lokomotivtypen nicht erzielt sind.



Zusammenstellung III.

Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lokomotiv- Gattung	Dreizylinder-Verbund, Gattung XVIII										Vierzylinder-Verbund, Gattung XIX				
Lokomotiv- Nr.	751				751				753		776				779
Tag der Probe	4. VIII. 05				26. X. 05	27. X. 05	28. X. 05		29. XI. 05	19. XII. 05	9. X. 05	10. X. 05			28. XI. 05
Witterung	heiter, Wind 1—2				heiter, Wind 3—4				Nebel still	heiter still	Regen, Wind 3—4				heiter still
Gewicht t — Lokomotive und Tender	96,7				98,2				97,8	97,9	97,2				97,8
Gewicht t — Wagenzug	297,6		250,3		295,1	263,6		295,1	300,0	297,6	299,4		263,4		293,2
Zusammensetzung des Zuges Achsen	Lastzug 40 Achsen		Lastzug 34 Achsen		Leere Personen-Wagen 42 Achsen	Leere Personen-Wagen 38 Achsen		Leere Personen-Wagen 42 Achsen	Lastzug 38 Achsen	Lastzug 42 Achsen	Leere Personen-Wagen 43 Achsen		Leere Personen-Wagen 39 Achsen		Lastzug 51 Achsen
Mittlerer Überdruck at	12,9	13,0	13,3	13,3	13,3	13,3	13,0	13,1	13,3	13,5	12,9	12,8	12,3	13,2	13,5
Mittlere Füllung Hochdruck/Niederdruck %	65/50-65	65/50-65	66/57	66/50-60	65/50-64	64/55-60	65/55	67/50-65	67/45	70/50	63/50-60	63/50-60	60/50-60	60/50-55	68/50
Luftverdünnung cm Wasser Feuerkiste/Rauchkammer	7/12	7/12	10/16	8/14	6/11	6,5/11,5	8,5/14	8/12,5	7,5/13	7,8/16	4/7	65/11	4,5/9,5	6/11,5	9/18,5
Geschwindigkeit — gröfste km/St.	51	52	58	60	48	52	52	48	47	54	41	44	42	55	58
Geschwindigkeit — mittlere "	42,1	42,8	49,2	51,4	36,7	42,1	41,3	37,9	39,9	45,4	34,0	37,3	37,3	42,8	44,5
Geschwindigkeit — mittlere m/Sek.	11,68	11,9	13,67	14,27	10,2	11,68	11,47	10,53	11,08	12,6	9,45	10.36	10,36	11,9	12,35
Mittlere Widerstände kg — Lokomotive und Tender	1835	1841	1899	1922	1897	1938	1932	1905	1834	1887	1859	1881	1881	1925	1877
Mittlere Widerstände kg — Wagenzug	3900	3840	3650	3420	4100	3820	3950	4190	4270	4000	4050	4240	3670	3910	4500
Mittlere Widerstände kg — Zusammen	5735	5681	5549	5342	5997	5758	5882	6095	6104	5887	5909	6121	5551	5835	6377
Mittlere Leistung P.S. — für den Zug Nw	609	610	664	651	558	601	603	588	630	671	510	585	507	569	740
Mittlere Leistung P.S. — im ganzen N	892	901	1011	1017	816	897	900	857	902	989	744	846	767	925	1050
kg Wasser in 1 St. — im ganzen D	9098	8667	10672	11627	8500	9177	8600	8077	7866	9048	7766	8342	7954	8678	9702
kg Wasser in 1 St. — für 1 qm Heizfläche $\frac{D}{H}$	45,8	43,6	53,7	58,4	42,7	46,2	43,2	40,6	39,6	45,3	39,1	41,9	39,2	43,6	48,9
kg Wasser in 1 St. — für 1 P.S. $\frac{D}{N}$	10,3	9,6	10,6	11,4	10,4	10,2	9,6	9,5	8,72	9,2	10,5	9,9	10,4	9,4	9,2
kg Kohle in 1 St. — im ganzen K	1222	1422	1736	1706	1222	1486	1204	1320	1526	1410	1059	1203	1203	1157	1756
kg Kohle in 1 St. — für 1 qm Rostfläche $\frac{K}{R}$	394	459	560	550	394	480	389	426	501	455	342	389	389	374	566
kg Kohle in 1 St. — für 1 P.S. $\frac{K}{N}$	1,38	1,58	1,71	1,68	1,50	1,66	1,34	1,55	1,72	1,43	1,43	1,42	1,57	1,25	1,67
Verdampft durch 1 kg Kohle $\frac{D}{K}$	7,45	6,09	6,14	6,81	6,93	6,18	7,14	6,11	5,07	6,42	7,33	6,93	6,61	7,5	5,52
Rückstand in der Rauchkammer kg	50	55	125	82	45	80	77	70	110	99	50	50	35	35	70

Die gröfste Luftverdünnung im Rauchkasten und in der Feuerkiste war bei der Dreizylinder-Lokomotive gröfser, als bei der Vierzylinder-Lokomotive und betrug bei 70 % Hochdruckfüllung und 55 km/St. Geschwindigkeit 18,5 cm Wassersäule in der Rauchkammer, 10 cm in der Feuerkiste. Die unter dem Roste im Aschenkasten bei zwei Proben gemessene Luftverdünnung war im vorderen Teile 2, im hintern 4 cm Wassersäule.

Dem Vergleiche der Ergebnisse der Dreizylinder-Lokomotiven mit denen der Vierzylinder-Lokomotiven sind im folgenden nur die unter annähernd gleichen Witterungsverhältnissen durchgeführten Proben zu Grunde gelegt, daher sind die im August mit den Dreizylinder-Lokomotiven gewonnenen, diese besonders begünstigenden Proben Nr. 1 bis 4 nicht berücksichtigt. Der Vergleich der Durchschnittswerte der Proben Nr. 5 bis 10 mit der Dreizylinder-Lokomotive mit denen der Proben Nr. 12 bis 15 mit der Viercylinder-Lokomotive liefert folgendes:

Zusammenstellung IV.

	Drei-Zylinder.	Vier-Zylinder.	Drei-Zylinder gegen Vier-Zylinder
Mittlere Leistung P.S.	893	866	+ 3,8 %
Verdampfung auf 1 qm Heizfläche kg	43,04	42,74	+ 0,7 „
Dampfverbrauch für 1 P.S.St. kg	9,59	9,88	— 3 „

Der Unterschied im Verbrauche ist so gering, dafs die Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven als gleichwertig zu erachten sind. Dies geht auch aus den im Betriebe geführten Aufzeichnungen hervor. Danach ergaben sich in den Heizhäusern Wien und Iglau, welchen je zwei Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven zugewiesen sind, von Januar 1905 bis September 1906 folgende Durchschnittsziffern:

Zusammenstellung V.

Strecke	Wien-Znaim		Znaim-Grofs-Wossek	
	Drei-Zylinder	Vier-Zylinder	Drei-Zylinder	Vier-Zylinder
Mittlere Zugbelastung in t	213	214	218	218
kg Kohle für 1 Zug-Kilometer	13,04	13,53	13,97	13,90
kg Kohle für 100 Tonnen-Kilometer	6,13	6,37	6,43	6,40

In Zusammenstellung VI sind die wichtigsten Ergebnisse: erzielte Leistung und Dampfverbrauch der Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven der Gattung I den Leistungs-Ergebnissen älterer Schnellzug-Lokomotiven der Gattungen II und III, Zweizylinder-Verbund, und der Gattung IV, Zwillings-Lokomotiven, gegenübergestellt.

Hierzu ist zu bemerken, dafs die Zugwiderstände bei den mit Gattung II bis IV vorgenommenen Leistungsversuchen nach Formeln, nicht mit dem Zugkraftmesser ermittelt und zu Ungunsten der Gattung I, Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven, etwas zu hoch angesetzt sind. Alle in Zusammenstellung VI erscheinenden Werte sind Durchschnitte aus einer Reihe von Versuchsfahrten.

Für den Vergleich der Drei- und Vierzylinder-Bauart, Gattung I, einerseits mit den Lokomotivgattungen II bis IV anderseits hinsichtlich Leistung und Verbrauch, hielt es der Verfasser für das Richtigste, die in den Zeilen 13 bis 17 und 20 der Zusammenstellung VI angegebenen Beziehungen zur Nutzleistung am Tenderzughaken aufzustellen, weil die hierdurch gewonnenen Ziffern sich den im Betriebe gewonnenen Leistungs- und Verbrauchsziffern gegenüberstellen lassen.

Nach Zeile 13 der Zusammenstellung VI ist die Nutzarbeit Nw am Tenderzughaken bei der Drei- und Vierzylinder-Lokomotive um 18 % gröfser, als bei Gattung II, um 29 % gröfser, als bei Gattung III und 72 % höher, als bei Gattung IV, obwohl die Kesselheizfläche nur um 11,4 % und 42 % gröfser ist als die der Gattung II, III und IV.

Besonders beachtenswert sind die in Zeile 20 stehenden Werte für den Dampfverbrauch einer Nutz-Pferdestärke $\frac{D}{Nw}$ am Tenderzughaken, denn sie bringen die Ersparnis an Zugförderkosten besonders deutlich zum Ausdrucke. Danach weist die Drei- und Vierzylinder-Bauart gegen die Zweizylinder-Verbund-Lokomotive 23 und 20 % und gegen die Zwillings-Lokomotive 34 % Ersparnis an Dampf auf.

Zu dieser beträchtlichen Ersparnis trägt das günstige Verhältnis zwischen Kesselheizfläche und Lokomotivgewicht bei, den Hauptanteil daran hat aber die gute Ausnutzung des Dampfes in der Maschine, die durch Zeile 19 der Zusammenstellung VI zum Ausdrucke kommt. Die Dampfverbrauchsziffer für 1 P.S. $\frac{D}{N}$ der Gattung I ist um 14 % kleiner, als bei Gattung II und III und um 21 % kleiner, als bei Gattung IV.

Ist der Wasserverbrauch der Zwillings-Lokomotive = 100, so beträgt der Verbrauch für die Zusammenstellung VII:

Zusammenstellung VI.

	Lokomotiv-Gattung und Bauart			I. 2.C.0		II. 2.C.0		III. 2.B.1	IV. 2.B.0	
				3/5, Drei- und Vierzylinder-Verbund-Lokomotive		3/5, Zweizylinder-Verbund Lokomotive		2/5, Zweizylinder-Verbund-Lokomotive	2/4, Zweizylinder-Zwillings-Lokomotive	
1	Rostfläche qm		R =	3,10		2,90		2,88	2,30	
2	Heizfläche qm		H =	198,6		178,3		178,3	139,8	
3	Triebrad-Durchmesser		mm	1770		1660		1920	1770	
4	Zylinder-Durchmesser Hochdruck/Niederdruck		mm	490/600; 350/600		520/740		500/760	435	
5	Kolbenhub		mm	650		650		650	632	
6	Dienstgewicht: Lokomotive und Tender		L =	97,4		98,0		94,6	76,0	
7	Verhältnis		H : L =	2,04		1,82		1,88	1,84	
8	Verhältnis		H : R =	64,06		61,48		61,93	60,78	
	Ergebnis aus			15 Proben		3 Proben		1 Probe	5 Proben	
				durchschnittlich	günstigst	durchschnittlich	günstigst		durchschnittlich	günstigst
9	Mittlere Leistung P.S.	Lokomotive und Wagen	N	912	1050	858	929	740	598	703
10		für 1 qm Heizfläche	$\frac{N}{H}$	4,60	5,29	4,80	5,21	4,15	4,28	5,03
11		für 1 qm Rostfläche	$\frac{N}{R}$	294	339	295	320	257	260	306
12		für 1 t Lokomotivgewicht	$\frac{N}{L}$	9,36	10,78	8,73	9,48	7,82	7,87	9,25
13	Mittlere Nutz-Leistung P.S.	für den Wagenzug	Nw	617	741	524	568	478	345	410
14		für 1 qm Heizfläche	$\frac{Nw}{R}$	3,11	3,73	2,93	3,19	2,68	2,47	2,94
15		für 1 qm Rostfläche	$\frac{Nw}{R}$	199	239	180	196	166	150	178
16		für 1 t Lokomotivgewicht	$\frac{Nw}{L}$	6,34	7,61	5,33	5,80	5,05	4,54	5,40
17		Nutzverhältnis	$\frac{Nw}{N}$	0,677	0,706	0,610	0,611	0,644	0,580	0,583
18	Wasserverbrauch D kg/St.	für 1 qm Heizfläche	$\frac{D}{H}$	44,91	58,54	55,28	59,28	48,18	53,80	59,21
19		für 1 P.S. Leistung	$\frac{D}{N}$	9,92	8,72	11,52	11,42	11,62	12,58	11,78
20		für 1 P.S. Nutzleistung	$\frac{D}{Nw}$	14,45	13,09	18,80	18,66	17,97	21,80	20,19

Zusammenstellung VII.

	Drei- und Vier-Zylinder-Verbund-	Zwei-Zylinder-Verbund-	Zwillings-
	Lokomotive		
Für 1 P.S. Leistung am Radumfange	79	86	100
Für 1 P.S. Nutzleistung am Tenderzughaken	66	80	100

Da neben den Drei- und Vier-Zylinder-Lokomotiven aushülfsweise auch die 3/5 gekuppelte Zweizylinder-Verbundlokomotive Gattung II (Zusammenstellung VI) im Schnellzugdienst verwendet wurden, liegen auch die Vergleichsziffern aus dem Betriebe vor:

Zusammenstellung VIII.

	Zwei-Zylinder-	Drei-Zylinder-	Vier-Zylinder-
	Lokomotive		
Mittlere Zugbelastung in t	228	221	227
kg Kohle für 1 Zug-Kilometer	16,54	14,19	13,95
„ „ „ 100 Tonnen-Kilometer	7,42	6,45	6,14

Danach verbrauchte die Vierzylinder-Lokomotive um 15 bis 17 % weniger, als die Zweizylinder-Verbundlokomotive und um 2 bis 4 % weniger, als die Dreizylinder-Lokomotive, letztere. Unterschiede können in dem ungleichen Stande der Abnutzung der Lokomotive begründet sein.

Mit diesen Zahlen ist die Überlegenheit der neuen Bauart besonders der Drei- und Vierzylinder-Bauart erwiesen.

Der Schmierstoffverbrauch der Vierzylinder-Lokomotive ist im Durchschnitte um 6 % höher, als der der Dreizylinder-Lokomotive. Der durchschnittliche Ölverbrauch beider Bauarten ist um ungefähr 30 % höher, als der der Gattung II der Zusammenstellung VI.

Die durch Aufnahme von Schaulinien und durch Beobachtungen im Betriebe gefundenen günstigsten Beziehungen zwischen den Füllungen im Hoch- und Niederdruck-Zylinder sind:

Zusammenstellung IX.

Für 40 % Hochdruck-Füllung . . 45 % Niederdruck-Füllung,
„ 50 „ „ „ . . 45 „ „ „
„ 65 „ „ „ . . 55 „ „ „
„ 70 „ „ „ . . 60 „ „ „

Die Einrichtung, welche die Betätigung der Niederdrucksteuerung unabhängig von der Hochdrucksteuerung gestattet, hat sich für sparsame Dampfarbeit als nützlich erwiesen, da diese günstigsten Beziehungen mit nicht getrennten Steuerungen nicht erzielt werden können.

3. Verhalten im Betriebe.

Die Drei- und Vier-Zylinder-Lokomotiven befördern seit Anfang 1905 ausschliefslich die bis 275 t schweren Schnellzüge auf der Linie Wien-Grofs Wossek, welche anhaltende Steigungen von 10 ‰ und zahlreiche Krümmungen bis 300 m Halbmesser enthält, und haben sich den vorher im Schnellzugdienste verwendeten Bauarten in jeder Beziehung überlegen gezeigt.

Die vermehrte Wartung und Schmierung des vielteiligern Triebwerkes hat zu keinerlei Klagen der Führer und Heizer geführt, da diese sich durch die aus den Heizstoffersparnissen erwachsenden Vorteile entschädigt finden.

Wegen der erschwerten Zugänglichkeit des hintern Stopfzeuges an dem vor der Drehgestellwiege liegenden Hochdruckzylinder der Dreizylinder-Maschine wurden Metallpackungen eingelegt, die sich gut bewähren.

Ein geringer Unterschied hat sich zu Gunsten der Vierzylinder-Bauart insofern ergeben, als diese etwas rascher anfährt, und die Dreizylinder-Lokomotive bei besonders geringer Schienenreibung auf Steigungen mehr zum Rädergleiten neigt, als die Vierzylinder-Lokomotive.

Diese Beobachtungen haben den Verfasser zu den in Zusammenstellung X und Abb. 7, Taf. XXXVII enthaltenen Vergleichen angeregt, worin die in Rede stehenden Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven mit andern Bauarten unter der Annahme gleichwertiger Zylinder- und Rad-Abmessungen bezüglich der für das Anfahren verfügbaren Drehkräfte, sowie hinsichtlich der unter gleicher Dampfdehnung auftretenden Schwankungen der Drehkräfte während einer Radumdrehung verglichen sind.

Zusammenstellung X.

Bauart	Zylinder Durchmesser und Verhältnis	Drehkraft für das Anfahren							Drehkräfte während der Fahrt						
		Füllung		Dampfspannung		Gröfste Anfahrkraft	Kleinste Anfahrkraft		Füllung %			Drehkraft kg			
		Hochdruck	Niederdruck	Hochdruck	Niederdruck		in der Kurbellage	kg	Hochdruck	Niederdruck	bezogen auf Niederdruck	gröfste T_g	kleinste T_k	Unterschied T_g-T_k	Verhältnis T_g : Reibungsgewicht
		%		at		kg									
Vierzylinder-Verbund	350 600 1 : 3	80		13	6	11390		4460	50	50	16,7	6300	5250	1050	$\frac{1}{6,67} = 0,150$
Dreizylinder-Verbund Kurbeln 120°	490 600 1 : 3	82	78,5	13	6	10760		4280	50	50	16,7	6800	4500	2300	$\frac{1}{6,18} = 0,162$
Dreizylinder-Verbund Niederdruck-Kurbeln 90°	490 600 1 : 3	82	88	13	6	12470		4280	50	50	16,7	8700	3000	5700	$\frac{1}{4,83} = 0,207$
Zweizylinder-Verbund	555 850 1 : 2,33	84	88	13	6	14040		3830	39	50	16,7	7460	3350	4110	$\frac{1}{5,62} = 0,178$
Zweizylinder-Zwilling	600	87		13		18900		7560	16,7	—	—	9600	3650	5950	$\frac{1}{4,38} = 0,229$

Gemeinsame Abmessungen: Triebraddurchmesser: 1770 mm; Kolbenhub: 650 mm; Dreizylinder-Hochdruck-Triebstangen: 2250 mm lang, Länge aller anderen 1800 mm; Reibungsgewicht der Lokomotive: 42000 kg; Wirkungsgrad im Triebwerke: 90 %.

Aus diesen Vergleichen geht hervor, dafs die Dreizylinder-Lokomotive mit um 120° verstellten Kurbeln bei den ungünstigsten Kurbelstellungen hinsichtlich der kleinsten Anfahrkraft der Vierzylinder-Lokomotive nur wenig nachsteht, aber die gleichwertige Zweizylinder-Verbund-Lokomotive bei gleichen Dampfdrücken übertrifft. Weiter ergibt sich, dafs die Schwankungen der Drehkräfte und deren Höchstwerte bei der Dreizylinder-Lokomotive niedriger sind, als bei der Zweizylinder-,



der Dreizylinder-Lokomotive mit um 90° verstellten Niederdruckkurbeln und bei der Zwillings-Lokomotive. Das Verhältnis der gröfsten Drehkraft zum Reibungsgewichte ist bei der Dreizylinder-Lokomotive nur wenig ungünstiger, als bei der Vierzylinder-Lokomotive, dagegen im Vergleiche zu den anderen Bauarten wesentlich besser.

Nebst dem Umstande, dafs die Kraftäufserung der Zylinder bei den hier beschriebenen Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven nahe an die Grenze der Radreibung reicht, erklärt sich die gröfsere Neigung der Dreizylinder-Lokomotive zum Rädergleiten aus der etwas gröfsern Ungleichförmigkeit der Drehkräfte. Es empfiehlt sich daher, bei drei Zylindern andere Zylinderabmessungen zu wählen, als für die Vierzylinder-Lokomotive gleichen Reibungsgewichtes, wie dies ja auch für die Zweizylinder-Zwillings- und Verbund-Lokomotiven nötig ist, die bei gleichwertigen Zylinderabmessungen noch mehr zum Rädergleiten neigen.

Es mufs noch hervorgehoben werden, dafs sich der den Dreizylinder-Lokomotiven von manchen Seiten zur Last gelegte Nachteil des Versagens beim Anfahren bei diesen Lokomotiven durchaus nicht gezeigt hat.

Über den Unterschied der Erhaltungskosten der Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven kann angesichts der kurzen Betriebszeit nichts Näheres angegeben werden. Es hat aber den Anschein, dafs die einfache Form der Kröpfachse bei der Dreizylinder-Lokomotive einen nicht zu unterschätzenden Vorteil gegen die der Vierzylinder-Lokomotive bietet, da bei letzteren schon nach kurzer Betriebszeit Anbrüche gefunden wurden, die auf Mängel in der Durcharbeitung des Stoffes in dem schwierig geformten Schmiedestücke zurückzuführen sind. Ähnliche Erfahrungen mit doppelt gekröpften Achsen dürften auch bei anderen Bahnverwaltungen vorliegen.

Schliefslich sei noch bemerkt, dafs sich aus der Verwendung von Nickelstahl für die Kröpfachsen keine nachteiligen Folgen ergeben haben, dafs insbesondere an den Achsläufen oder Triebstangenlagern keine besondere Neigung zum Warmlaufen beobachtet wurde.

4. Der Zugkraftmesser.

Zum Messen der Zugwiderstände wurde bei den Leistungsproben ein von der Nordwestbahn-Direktion entworfener Zugkraftmesser verwendet, der in Abb. 8, Taf. XXXVII dargestellt ist.

Die Zugkraft wird nicht durch Hebelwerke oder Zeiger, sondern durch eine Flüssigkeitsäule angezeigt, deren Stand sich zwangläufig einstellt und an einer in beliebigem Mafsstabe herstellbaren Teilung leicht abgelesen werden kann. Hierdurch werden die Fehler, die bei andern Zugkraftmessern bei Erschütterungen der Fahrzeuge durch die Trägheit oder Eigenschwingungen der Hebelwerke verursacht werden, ganz vermieden.

Die durch die Flüssigkeitsäule an der im Gepäckwagen angebrachten Teilung angezeigte Zugkraft wird durch den aufnehmenden Beamten auf einem entsprechend vorgedruckten Blatte fortlaufend vermerkt. Bis jetzt wurde der Einfachheit wegen auf selbsttätige Aufzeichnung der Zugkräfte verzichtet.

Die Bauart das Zugkraftmessers ist folgende:

Zwischen zwei Platten, deren eine als gleichmittig angeschmiedete Zugspindel, deren andere als auf dieser Spindel geführte Hülse ausgebildet ist, sind vier zylindrische Schraubenfedern eingespannt. Die Spindel trägt auf ihrem Gewindeteile den Kuppelbügel mit zugehöriger Mutter. Die Hülsenplatte wird von vier, durch die Schraubenfedern durchgesteckte Zugstangen gefafst, von denen je zwei ein Gabelstück bilden, und die mit den Augen in den Querbolzen des Zughakens hängen.

Die Zugkraft wird durch den Kuppelbügel auf die Zugspindel und mit der daran befindlichen Scheibe auf die Schraubenfedern übertragen, welche sich gegen die mit dem Wagenzughaken verbundene Scheibe stützen und unter der Einwirkung der Zugkraft zusammengeprefst werden. Die Eindrückung der Feder bewirkt eine Verschiebung des an der Hülsenplatte befestigten Kolbens in dem an der Spindelplatte angebrachten Zylinder, und das Verdrängen des in dem Zylinder und in dem an ihn anschliefsenden, zum Teilungsrohre führenden Schlauche enthaltenen gefärbten Wassers. Glyzerin oder dergleichen eignet sich als Füllung nicht, weil die beim Eingiefsen mitgerissenen Luftblasen lange Zeit darin schweben.

Die Kolbenfläche ist so bemessen, dafs 1 t Zugkraft ungefähr 10 cm Spiel der Flüssigkeitsäule an der Teilung gibt. Damit die Federn nie überspannt werden können, setzt sich die Führungshülse der einen Scheibe bei Erreichung der zulässigen Zugkraft auf die Gegenscheibe auf. Um die bei heftigen Zugkraftänderungen durch die Bewegung der Flüssigkeit hervorgerufenen Schwankungen im Teilungsrohre zu vermindern, ist zwischen den Kolben und die Teilung ein mit derselben Flüssigkeit angefülltes Gefäfs eingeschaltet. Jedes Luftpolster im Gefäfse oder im Schlauche ist zu vermeiden, weil sonst die Gleichzeitigkeit des Flüssigkeitstandes mit der Kraftwirkung leidet.

Um die gegenseitige Lage der Platten bei spannungslosen Federn zu wahren, werden diese durch eine auf der Zugspindel sitzende Mutter mit Gegenmutter festgehalten. Durch diese Muttern können die Federn auch auf ein beliebiges Mafs vorgespannt werden.

Zum Messen der Spannkraft in den zur Vermeidung toten Ganges vorgespannten Federn dienen die an den Scheiben angebrachten Körner, deren gegenseitige Entfernungen durch beigegebene Stichmafse gemessen werden können. Diese Stichmafse und die Teilung werden durch genaue Eichung auf einer entsprechend vorgerichteten Zerreifsmaschine ermittelt.

Drehbank zum Nachrichten von Achssätzen.

Von **J. Hogenmüller,** Regierungsrat und Vorstand der Werkstätteninspektion I in Weiden.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXXVIII.

Zum Nachrichten von Lokomotiv-Achssätzen steht bei der bayerischen Staatsbahn-Hauptwerkstätte in Weiden seit einigen Jahren die in Abb 1 bis 3, Taf. XXXVIII abgebildete, von der Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik vorm. Zimmermann in Chemnitz erbaute Drehbank in Gebrauch, mittels deren sowohl die aufserhalb, als auch die innerhalb der Radsterne liegenden Kurbelzapfen, zweimittigen Scheiben und Achsschenkel nachgedreht und die Kurbelzapfenlöcher ausgebohrt werden können.

Die Maschine eignet sich daher zur Bearbeitung der Achssätze mit geraden und solcher mit gekröpften Achsen. Sie hat auf einem gemeinsamen Bette zwei durch je eine Schraubenspindel längs verstellbare Reitstöcke zum Ausrichten der Achsen, sowie zwei Drehvorrichtungen, von denen die eine zur Vornahme der innerhalb der Radsterne, die andere zur Vornahme der aufserhalb der Radsterne erforderlichen Dreharbeiten dient. Sie sind auf dem Bette längs und quer verschiebbar angeordnet. Die Drehvorrichtung für die innen liegenden Arbeitstellen ist so eingerichtet, dafs die Achssätze von hinten hereingeschoben werden können, zu welchem Zwecke das Gehäuse und der Zahnkranzring, in dem der Werkzeugträger sitzt, geteilt sind.

Die Drehvorrichtung für die aufsen liegenden Arbeitstellen hat einen ungeteilten Ring, an dem die für die verschiedenen Arbeiten bestimmten Werkzeugträger ausgewechselt werden können.

Der gemeinsame Antrieb der beiden Vorrichtungen erfolgt mittels vierfacher Stufenscheibe und ausrückbarem, doppeltem Rädervorgelege, sodafs mit acht verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten gearbeitet werden kann. Die Längsbewegung der beiden Drehvorrichtungen auf dem Bette geschieht durch gemeinsame Leitspindel mit Rechts- und Linksgang in vier veränderlichen, selbsttätigen Vorschüben oder von Hand, die Querbewegung zum Einstellen der Drehvorrichtungen auf die vorgeschriebene Entfernung vom Achsmittel nur von Hand. Jede der beiden Drehvorrichtungen kann für sich durch je eine an den kegelförmigen Antriebrädern auf der gemeinsamen Antriebwelle angeordnete Klauenkuppelung beliebig ein- und ausgerückt werden; ebenso kann die selbsttätige Längsbewegung jeder Vorrichtung durch Ein- oder Ausrücken der beiden Leitspindelmuttern mittels Handgriffes für sich ein- oder ausgeschaltet werden. Die Handgriffe für die Ein- und Ausrückungen, für die Umschaltung der selbsttätigen Längsbewegung, sowie für die Handbewegungen der Drehvorrichtungen sind am untern Schlitten bequem angeordnet.

Am linksseitigen Reitstocke ist ein um die Spitzenmitte durch Schnecke und Schneckenrad von Hand drehbarer und nach Gradeinteilung einstellbarer Aufspannarm angeordnet, der mit zwei durch Schraubenspindel nach dem Mittelpunkte verstellbaren Körnerspitzen versehen ist und dazu dient, den Winkel, unter welchem die Kurbeln und zweimittigen Scheiben der Achssätze zu einander stehen sollen, genau einzuhalten. Der rechtsseitige Reitstock ist zur Aufnahme der Bohrvorrichtung für die Kurbelzapfenlöcher eingerichtet.

Zwei auf dem Bette der Maschine sitzende Aufspannwinkel, von denen sich der linke aufserhalb, der rechte innerhalb des Radsternes befindet, dienen zur Lagerung des Achssatzes beim Ausrichten und zu seiner Befestigung nach dem Ausrichten.

Der Werkzeughalter zum Abdrehen kugelförmiger Zapfen wird in den Zahnkranzring der äufsern Drehvorrichtung an Stelle des für zylindrische Zapfen eingesetzt.

Zum Ausbohren der schwach kegelförmigen Kurbelzapfenlöcher dient eine von einem besondern Deckenvorgelege angetriebene Bohrvorrichtung, welche am rechten Reitstocke befestigt ist und durch Schraubenspindel für die verschiedenen Kurbellängen eingestellt werden kann. Die Bohrstange ist an dem einen Ende in der Bohrvorrichtung am Reitstocke gelagert; das andere Ende ruht beim Ausbohren von Zapfenlöchern in gewöhnlichen Kurbeln oder Gegenkurbeln in einem Führungskreuze, das in der äufsern, bei diesem Ausbohren still stehenden Drehvorrichtung befestigt ist, während es beim Ausbohren der Zapfenlöcher in Radsternen in einem auf dem innern Aufspannwinkel zu befestigenden, mit Einstelleinteilung versehenen Lager geführt ist. Die Bohrstange ist mit durch Sternschaltung nachstellbarem Meifselhalter ausgerüstet; sie kann für eine bestimmte Kegelform ausgeführt werden, und ist zwecks Auswechselung gegen solche anderer Abmessungen zum Ankuppeln eingerichtet.

Die zu bearbeitenden Achssätze werden in bekannter Weise mittels Laufkatze und Flaschenzug (Abb. 3, Taf. XXXVIII) vom Gleise in die Maschine gebracht, und hier unter Einführung der Körnerspitzen der Reitstocknägel, sowie der Körnerspitze des vorher eingestellten Aufspannarmes nach Erfordernis ausgerichtet. Dann wird der Achssatz an die Aufspannwinkel festgeschraubt. Bemerkt wird, dafs die Reitstocknägel nur zum Einstellen des Achssatzes dienen und nicht dessen Gewicht zu tragen haben; der Achssatz bleibt an der Hebevorrichtung, deren Arme die Achsschenkel umfassen, hängen und wird von dieser getragen, bis er an den Aufspannwinkeln befestigt ist. Die Drehvorrichtung wird nun auf die erforderliche Kurbellänge eingestellt, worauf ohne Weiteres mit dem Drehen begonnen werden kann.

Zum Aufspannen von Achssätzen mit Gegenkurbeln dienen zwei an den Reitstöcken zu befestigende Spitzenbügel, Ausrichtbügel.



Stofswirkungen im Eisenbahnbetriebe.

Von **H. Saller,** k. b. Direktionsrat in Plattling.

(Schlufs von Seite 119.)

Teil II.

Die vorstehenden Entwicklungen eignen sich zur Aufstellung von Formeln für die Stofsziffer bei eisernen Bahnbrücken. Die Verkehrslasten treten bekanntlich bei Eisenbahnbrücken mit sehr bedeutenden Geschwindigkeiten auf. Sie üben hierbei auf die Tragwerke verschiedene über die statischen hinausgehende Wirkungen aus, die in Nachfolgendem in regelmäfsige und unregelmäfsige geschieden werden sollen.

Die regelmäfsigen Wirkungen dieser Geschwindigkeit entspringen einmal aus der Fliehkraft derjenigen Masse, welche sich auf dem unter der Last durchgebogenen Träger bewegt. Die Fliehkraft bewirkt eine Erhöhung der Beanspruchung, welche die ruhenden Lasten ausüben. Diese Wirkungen lassen sich theoretisch untersuchen, und in neuerer Zeit hat Dr. Zimmermann in einer Abhandlung, Berlin 1896, über die Schwingungen eines übrigens gewichtslos gedachten Trägers mit bewegter Last eine theoretische Ableitung des »Stofskoëffizienten« (auch Stofszuschlag oder Fahrtziffer genannt) gegeben, soweit dieser aus dem obenbezeichneten Teile der regelmäfsigen Wirkungen der Geschwindigkeit der Verkehrslast folgt. Der gröfste Wert dieser Ziffer wird sich danach unter tatsächlichen Verhältnissen immerhin ziemlich niedrig ergeben.*) Auch können die genannten Wirkungen durch geeignete Überhöhung der Fahrbahn gemildert, wenn nicht ganz gehoben werden.**) Tatsächlich findet diese Überhöhung ja bei fast allen eisernen Bahnbrücken Anwendung.

Als regelmäfsige Wirkung der Geschwindigkeit der Verkehrslasten ist ferner der Umstand aufzuführen, dafs die Vollbelastung der Brücken bei den grofsen Fahrgeschwindigkeiten in sehr kurzer Zeit auftritt. Die Folge davon wird sein, dafs auch die Formänderung mit erheblicher Geschwindigkeit vor sich geht, und dafs dynamische Einflüsse zur Geltung kommen. Nach dem Gesichtspunkte, dafs die Art und Weise der Belastung bei Eisenbahnen einen Mittelfall zwischen der statischen Belastung und dem plötzlichen Einwirken des Lastvollwertes bildet, dafs also die Stofsziffer μ zwischen den Werten 1 und 2 liegen mufs, hat schon Résal eine Untersuchung angestellt.***) Er kommt dadurch zu einem Ergebnisse, dafs er die ganze Last in Brückenmitte vereinigt gedacht in kleinen Teilbeträgen plötzlich mit $\mu = 2$ derart auftreten läfst, dafs immer die nächste Teillast dann zur Wirkung kommt, wenn die Dauer der unter der vorausgehenden auftretenden Schwingung grade vorüber ist. Die Art und Weise, in der Résal die Teillasten einander folgen läfst, kann angefochten werden.†) Abgesehen von dieser Anfechtbarkeit aber kommt Résal nur dadurch zu einem, übrigens für den ganzen, bei Brücken auftretenden Stofsdruck zu geringem Ergebnisse, dafs er die Lasten in willkürlichen Teilbeträgen nach einander an ein und derselben Stelle in der Brückenmitte auftreten läfst. Es ist möglich, die gestellte Aufgabe in anderer Weise zu lösen. Man wird auch hier von der Annahme ausgehen müssen, dafs die Verkehrslast entweder in Brückenmitte vereinigt, oder über die ganze Brückenlänge gleichmäfsig verteilt von Null bis zu dem der Vollbelastung entsprechenden Höchstwerte steigt. Da die Geschwindigkeit des Auftretens der Last als gleichförmig anzusehen ist, so folgt, das die Last P von Null anfangend in geradem Verhältnisse zur Zeit t anwächst, dafs also $P_x = c_1\, t$ ist, worin c_1 einen Festwert angibt. Der Höchstwert P trete nach der Zeit T ein; also sei $P = c_1\, T$. Die auftretende Schwingung ist in ihrem ersten nach der Zeit T abschliefsenden Teile eine erzwungene, und hierfür gilt die Gleichung:

$$m \frac{d^2 y}{d t^2} + ky = c_1\, t.$$

Setzt man $\frac{k}{m} = \gamma$ und $\frac{c_1}{m} = \varkappa$, so wird

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \gamma\, y = \varkappa\, t.$$

Die allgemeinste, mit zwei Festwerten C_1 und C_2 versehene Lösung dieser Gleichung lautet:

$$y = \frac{C_1\, e^{at} - C_2\, e^{-at}}{2\,a} - \frac{\varkappa\, t}{a^2},$$

$$\text{worin } a = \sqrt{-\gamma} = i\sqrt{\gamma} \text{ ist.}$$

Denn bildet man

$$\frac{dy}{dt} = \frac{C_1\, e^{at}}{2} + \frac{C_2\, e^{-at}}{2} - \frac{\varkappa}{a^2} \quad \text{und}$$

$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{C_1\, a\, e^{at}}{2} - \frac{C_2\, a\, e^{-at}}{2}$, so nimmt dieser letztere Ausdruck durch Einsetzung des Wertes von y die Form an:

$$\frac{d^2 y}{d t^2} = \left(y + \frac{\varkappa\, t}{a^2}\right) a^2 = y\, a^2 + \varkappa t = -\gamma\, y + \varkappa\, t,$$

$$\text{also } \frac{d^2 y}{dt^2} + \gamma\, y = \varkappa\, t \text{ wie oben.}$$

Nimmt man den Anfangspunkt der Bewegung als Nullpunkt, so ist für $y = 0$ auch $t = 0$. Dann wird

$$y = 0 = \frac{C_1 - C_2}{2\,a}, \text{ also } C_1 = C_2, \text{ und man erhält:}$$

$$y = \frac{C_1\,(e^{at} - e^{-at})}{2\,a} - \frac{\varkappa\, t}{a^2} = \frac{C_1}{a}\, \mathfrak{Sin}\,(at) - \frac{\varkappa\, t}{a^2}$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{C_1}{2}\,(e^{at} + e^{-at}) - \frac{\varkappa}{a^2} = C_1\, \mathfrak{Cof.}\,(at) - \frac{\varkappa}{a^2}.$$

Nun ist aber der Exponent $a = i\sqrt{\gamma}$ imaginär. Führt man die Exponentialfunktion auf trigonometrische Funktionen zurück, so wird

$$e^{at} = e^{i\sqrt{\gamma}\, t} = \cos\sqrt{\gamma}\, t + i \sin\sqrt{\gamma}\, t$$

$$e^{-at} = e^{-i\sqrt{\gamma}\, t} = \cos\sqrt{\gamma}\, t - i \sin\sqrt{\gamma}\, t,$$

*) Engesser, Zusatzkräfte und Nebenspannungen II, Seite 166 ff.

**) Zentralblatt der Bauverwaltung 1899. 2 Aufsätze von Reifsner, Seite 156 und Nr. 90.

***) Annales des ponts et chaussées 1882, Seite 337 352, 1883, Seite 277—299.

†) Hannoversche Zeitschrift für Architektur und Ingenieur-Wesen 1883, Seite 277 und 579.

daher $\begin{cases} y = C_1 \frac{\sin \sqrt{\gamma} t}{a} i - \frac{\varkappa t}{a^2} \\ \frac{dy}{dt} = C_1 \cos \sqrt{\gamma} t - \frac{\varkappa}{a^2}. \end{cases}$

Diese beiden Gleichungen geben gleichzeitig nur dann reelle Werte, wenn $C_1 = 0$; dann ist

$$y = -\frac{\varkappa t}{a^2}$$

$$\frac{dy}{dt} = v = -\frac{\varkappa}{a^2};$$

das heifst: die Durchbiegung nimmt in gleichbleibendem Verhältnisse zur Zeit zu, und die Geschwindigkeit der Durchbiegung ist für die Dauer der erzwungenen Schwingung gleichförmig. Für den gröfsten Ausschlag der erzwungenen Schwingung ist

$$Y = -\frac{\varkappa T}{a^2} = -\frac{\varkappa P}{c_1 a^2}.$$

Nun ist aber $\varkappa T = \frac{c_1 T}{m} = \frac{P}{m}$ und $a^2 = -\gamma = -\frac{k}{m}$

$$= -\frac{P}{y_1 m}, \text{ weil } P = k y_1,$$

wenn y_1 die statische Durchbiegung unter der Last P ist; daraus folgt $y_1 = -\frac{P}{ma^2} = -\frac{\varkappa P}{c_1 a^2}$. Demnach wird $-Y = -y_1$; also ist die am Ende der erzwungenen Schwingung erhaltene Durchbiegung gleich der statischen. Ferner ist $v_1 = -\frac{\varkappa}{a^2}$. Nun ist aber $\varkappa = \frac{P}{T m}$, $P = k . y_1$ und $k = m \gamma$, also die am Ende der erzwungenen Schwingung erlangte Geschwindigkeit

$$V = \frac{y_1}{T}.$$

An die erzwungene Schwingung schliefst sich im vorliegenden Falle eine harmonische Schwingung um die statische Gleichgewichtslage y_1 an.

Ist V_x die Geschwindigkeit und y_x ($> y_1$) die Durchbiegung in einem beliebigen Augenblicke der harmonischen Schwingung, so ist

$$\frac{1}{2}(m + m_1) v_x^2 = \frac{1}{2}(m + m_1) v_1^2 + m_1 g (y_x - y_1) - \int_{y_1}^{y_x} ky\, dy$$

$$= \frac{1}{2}(m + m_1) v_1^2 + m_1 g y_x - m_1 g y_1 - \frac{k y_x^2}{2} + \frac{k y_1^2}{2};$$

hieraus $v_1 = \sqrt{v_x^2 + \frac{-2 m_1 g y_x + 2 m_1 g y_1 + k y_x^2 - k y_1^2}{m + m_1}}$

$$= \alpha A = \sqrt{\frac{k}{m + m_1}} . y_1 (\mu - 1)$$

oder da $k y_1 = m_1 g$

Gl. 9) $v_1 = \sqrt{v_x + \frac{m_1 g y_1 - m_1 g y_x}{m + m_1}} = \sqrt{\frac{m_1 g y_1}{m + m_1}} . (\mu - 1).$*)

*) Die Probe ergibt für den Fall plötzlicher Lasteinwirkung ohne Stofs bei $y_x = 0$ und $v_x = 0$ richtig $\mu = 2$, für den Fall statischer Beanspruchung bei $v_x = 0$, $y_x = 0$ und $v_1 = 0$ richtig $\mu = 1$.

Da im vorliegenden Falle übrigens $y_x = y_1$ und $v_x = v_1$ gegeben ist, hätte die allgemeine Ableitung der Gl. 9) umgangen werden können.

Hieraus ergibt sich bei bekanntem y_x und v_x die Gröfse μ.

Für den vorliegenden Fall $v_x = V = \frac{y_1}{T}$ und $y_x = y_1$ wird:

Gl. 10) . . . $\mu = \frac{y_1}{T} \sqrt{\frac{m + m_1}{m_1 g y_1}} + 1.$*)

Für kleine Brücken, bei denen m gegenüber m_1 vernachlässigt werden kann, ergibt sich

Gl. 10a) . . . $\mu = \sqrt{\frac{y_1}{T^2 g}} + 1.$

Zum Zwecke der Anwendung der Formeln auf die dynamischen Beanspruchungen von Eisenbahnbrücken bezeichnet

L^{dm} die Brückenlänge,

$U^{dm/Sek}$ die Geschwindigkeit der Verkehrslast = 300 dm/sek und 100 km/St.,

$T = \frac{L}{U}$ die Zeit, welche das Anwachsen der Last von Null zu ihrem Höchstwerte Lp bei gleichmäfsig verteilter Verkehrslast p t/dm = 0,4 erfordert,

$y_1 = p \frac{L^4}{120 E J}$ **), $J = \frac{M}{\sigma} e$, $M = p \frac{L^2}{8}$ ***), $\sigma = 75$ t/qdm,

e = nach gebräuchlichem Ausmafse = 0,05 L, $m_1 = \frac{L p}{g}$ Verkehrslast auf einem Träger,

m die Trägermafse bei kleinen Brücken von L < 100 dm gleich 0, sonst in grofsem Durchschnitte

$$= \frac{(800\, L^m + 3\, (L^m)^2)\, kg\, †)}{g\, dm/Sek}$$

für die ganze Brücke oder für einen ganzen Träger

$$= \frac{[0{,}04\, L^{dm} + 0{,}000015\, (L^{dm})^2]\, t}{g\, dm/Sek^2},$$

$E = 200\,000$ t/qdm, $g = 98^{\,dm/Sek^2}$.

Dann wird für kleine Brücken

Gl. 11) . . . . . $\mu = 1 + \frac{0{,}68}{\sqrt{L}}$;

für grofse Brücken

Gl. 12) . . . $\mu = 1 + \sqrt{\frac{0{,}5 + 0{,}000017\, L}{L}}$,

und es ergibt sich die Zusammenstellung II.

*) Nach Gl. 10) wächst μ mit m. Für diese erzwungenen Schwingungen gilt der von Résal nach vielem Kopfzerbrechen aufgestellte Satz (Ann. des ponts et chaussées 1882 Aufsatz Seite 336): Wenn man die Eigenlast einer Eisenbrücke erhöht, ohne ihre Tragfähigkeit zu erhöhen, wenn man also dem Eigengewichte eine tote Last hinzufügt, so macht man die Einwirkung der rollenden Last umso fühlbarer.

**) Die durchschnittliche Durchbiegung auf Trägerlänge bei gleichmäfsig verteilter Last folgt durch Integration der Gleichung der elastischen Linie $y_1 = \frac{2 p L^3}{E J . 24} \int_0^{L/2} \left[\frac{x}{L} - \frac{2 x^3}{L^3} + \frac{x^4}{L^4}\right] dx = \frac{p L^4}{120 E J}$.

***) Genau $M = \mu \frac{p L^2}{8}$; hierbei würde sich eine Gleichung dritten Grades ergeben. Da μ, wie die weitere Entwicklung zeigt, von 1 wenig verschieden wird, wurde vereinfachend $\mu = 1$ angenommen.

†) Lueger, Lexikon der gesammten Technik, Aufsatz über Eigengewicht eisernen Brücken.

Zusammenstellung II.

Ldm	10	20	30	40	50	100	500	1000	2000
μ	1,215	1,152	1,124	1,108	1,096	1,068 oder 1,071	1,032	1,023	1,016

Die sich ergebenden dynamischen Beanspruchungen sind also für alle Fälle gering. Dabei ist noch zu bedenken, dafs die Annahme eines gleichmäfsig mit dem Kubus der Stützweite wachsenden Trägheitsmomentes für viele Fälle zu geringe Werte liefert, insbesondere bei kleinsten Lichtweiten, bei denen schon aus äufseren Rücksichten ein weit gröfseres Trägheitsmoment zur Anwendung kommt, als rechnungsmäfsig nötig ist. Auch werden die Trägheitsmomente in Anrechnung der vorhandenen dynamischen Einflüsse, welche sowohl aus der eben behandelten Geschwindigkeit der Lastenbewegung, als auch aus anderen im folgenden zu behandelnden dynamischen Beanspruchungen entspringen, praktisch gröfser ausfallen, als oben angenommen.

Mit wachsendem Trägheitsmoment nehmen aber die für die Stofsziffer μ nach obigem gefundenen Werte noch weiter ab. Da ferner die Lasten ihre Stellung mit der in die Berechnung der dynamischen Einflüsse eingeführten Geschwindigkeit ständig ändern, und jede unter Einwirkung einer Last erfolgende Formänderung zu ihrer Ausbildung einer gewissen Zeit bedarf, so ist anzunehmen, dafs die vorstehend theoretisch berechneten dynamischen Durchbiegungen nur zu geringstem Teile wirklich eintreten werden. Eine dünne Eisdecke trägt einen Schlittschuhläufer noch unter Verhältnissen, unter denen sie derselben ruhenden Last nicht gewachsen ist. Es ist daher fraglich, ob die rechnerisch zu ermittelnden, aus der Geschwindigkeit des Auftretens von Einzel-Lasten entspringenden dynamischen Wirkungen überhaupt Zeit zu ihrer Entwickelung finden. Tatsächliche Beobachtungeu scheinen diese Frage vielfach zu verneinen. Sofern aber geringe, mit der Geschwindigkeit der Lastenbewegung wachsende dynamische Beanspruchungen beobachtet werden sollten, können diese leicht auch auf andere Art erklärt werden. Considère*) glaubt durch Versuche nachgewiesen zu haben, dafs auch die durch die Unregelmäfsigkeiten der Fahrbahn und derartige Ursachen hervorgerufenen dynamischen Spannungen ebenfalls in geradem Verhältnisse zur Fahrgeschwindigkeit wachsen. Es erhellt daraus, dafs geringfügige, mit steigender Fahrgeschwindigkeit wachsende, regelmäfsige dynamische durch entsprechende Erhöhung der anzunehmenden unregelmäfsigen dynamischen Wirkungen rechnerisch berücksichtigt werden können.

Bei den regelmäfsigen Wirkungen der Verkehrslastenbewegung sind schliefslich noch die Einflüsse der Gegengewichte an den Trieb- und Kuppel-Achsen zu erwähnen. Durch diese auf der Wirkung der Fliehkraft beruhenden Einflüsse werden wesentliche Vergröfserungen und Verringerungen der Achsdrücke gegenüber der statischen Berechnung zu erwarten sein. Man hat es hier mit Lasten zu tun, deren Werte sich sehr bedeutend und mit sehr grofser Geschwindigkeit verändern; hieraus sind dynamische Einflüsse zu erwarten.

Die Fliehkraft F ist gegeben durch die Gleichung $F = \frac{G}{g} \frac{v^2}{r^2} \varrho$, wenn G das Gegengewicht, r der Radhalbmesser, v die Fahrgeschwindigkeit, ϱ der Abstand des Schwerpunktes des Gegengewichtes von der Achse und g die Beschleunigung der Schwere ist. Die hier in Betracht kommende lotrechte Seitenkraft der Fliehkraft ist gleich $F \sin \alpha$ und

$$\alpha = \frac{tv}{r} = at, \text{ wenn } a = \frac{v}{r} \text{ und t die Zeit ist.}$$

Für die erzwungene Schwingung gilt hier die Gleichung

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + ky = F \sin \alpha.$$

Setzt man $\frac{k}{m} = \gamma$, $\frac{F}{m} = \varphi$ und $\sqrt{-\gamma} = \lambda = i\sqrt{\gamma}$, so lautet die allgemeinste mit zwei Festwerten C_1 und C_2 versehene Lösung

$$y = \frac{e^{\lambda t}}{2\lambda} C_1 - \frac{e^{-\lambda t}}{2\lambda} C_2 - \varphi \frac{\sin \alpha}{a^2 + \lambda^2}.$$

Denn bildet man

$$\frac{dy}{dt} = \frac{e^{\lambda t}}{2} C_1 + \frac{e^{-\lambda t}}{2} C_2 - \varphi \frac{a \cos at}{a_2 + \lambda_2}$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{\lambda e^{\lambda t}}{2} C_1 - \frac{\lambda e^{-\lambda t}}{2} C_2 + \varphi \frac{a^2 \sin at}{a^2 + \lambda^2}$$

und fügt hinzu $- \varphi \frac{\lambda^2 \sin at}{a^2 + \lambda^2} + \varphi \frac{\lambda^2 \sin at}{a^2 + \lambda^2}$, so wird

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = y \lambda^2 + \varphi \sin at = - \gamma y + \varphi \sin \alpha \text{ wie oben.}$$

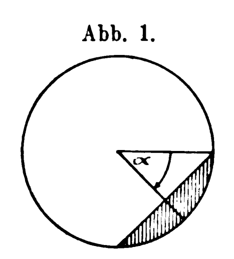


Abb. 1.

Zur Bestimmung von C_1 und C_2 dienen die Annahmen, dafs für den Anfangspunkt der Berechnung bei $t = 0$ auch $y = 0$ sein soll, und dafs für $\alpha = \frac{\pi}{2}$ die Geschwindigkeit $\frac{dy}{dt} = 0$ sein mufs (Textabb. 1); danach wird:

$$y = 0 = \frac{C_1}{2\lambda} - \frac{C_2}{2\lambda}, \text{ also } C_1 = C_2.$$

Man erhält also

$$y = \frac{C_1}{2\lambda}\left(e^{\lambda t} - e^{-\lambda t}\right) - \frac{\varphi \sin at}{a^2 + \lambda^2} = \frac{C_1}{2} \mathfrak{Sin}(\lambda t) - \frac{\varphi \sin at}{a^2 + \lambda^2}$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{C_1}{2}\left(e^{\lambda t} + e^{-\lambda t}\right) - \frac{\varphi a \cos at}{a^2 + \lambda^2} = \frac{C_1}{2} \mathfrak{Cof}(\lambda t) - \frac{\varphi a \cos at}{a^2 + \lambda^2}.$$

Hierbei ist $\lambda = i\sqrt{\gamma}$ imaginär. Führt man die Exponentialfunktion auf trigonometrische Funktionen zurück, so wird

$$e^{\lambda t} - e^{-\lambda t} = 2 i \sin \sqrt{\gamma} t,$$

$$e^{\lambda t} + e^{-\lambda t} = 2 \cos \sqrt{\gamma} t;$$

$$\text{daher } y = \frac{C_1}{\sqrt{\gamma}} \sin \sqrt{\gamma} t - \frac{\varphi \sin at}{a^2 + \lambda^2}$$

$$\text{und } \frac{dy}{dt} = C_1 \cos \sqrt{\gamma} t - \frac{\varphi a \cos at}{a^2 + \lambda^2}.$$

*) Annales des ponts et chaussées 1888 I. Deutsche Bauz. 1889, Seite 350. Übrigens sind diese Aufstellungen Considère's nicht allgemein anerkannt worden. Praktische Beobachtungen von anderer Seite lassen vermuten, dass die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit, abgesehen von den Äufserungen der Fliehkraft, wohl ein Wachsen der wagerechten, dagegen eher eine Herabsetzung der lotrechten Lastwirkungen zur Folge haben.

$\frac{dy}{dt}$ mufs für $\alpha = at = \frac{\pi}{2}$ ebenfalls gleich Null sein; also da $\cos\frac{\pi}{2} = 0$,

$$0 = C_1 \cos\sqrt{\gamma}\, t \text{ oder } C_1 = 0.$$

Schliefslich ergeben sich die einfachen Formeln

$$y = \frac{F \sin\alpha}{k - \frac{m v^2}{r^2}} \text{ und } \frac{dy}{dt} = \frac{Fv \cos\alpha}{kr - \frac{m v^2}{r}}.$$

y erhält demnach den gröfsten positiven Wert für $\sin\alpha = 1$,

$$\text{also } \alpha = \frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \frac{9\pi}{2} \ldots\ldots,$$

den gröfsten negativen Wert für $\sin\alpha = -1$,

$$\text{also } \alpha = \frac{3\pi}{2}, \frac{7\pi}{2}, \frac{11\pi}{2} \ldots\ldots$$

Die dynamische Durchbiegung ist also $y = \frac{F\sin\alpha}{k - \frac{m v^2}{r^2}}$, und da $F \sin\alpha = k y_1$ und $y = \mu y_1$, wenn y_1 die Durchbiegung unter der ruhenden Last $F\sin\alpha$ ist, so wird die Stofsziffer

$$\mu = \frac{k}{k - \frac{m v^2}{r^2}} = \frac{1}{1 - \frac{m v^2}{r^2 k}}.$$

In dieser Formel verändern sich bei bestimmtem v und r die Gröfsen m und k. Die Gröfse m ist nach dem früher Gesagten auf den jeweiligen Stofspunkt umzurechnen. Der erhaltene Wert m ist für jede Stelle des Trägers verschieden, am gröfsten in Trägermitte, $m = \frac{17}{35} m$, einzusetzen. Der Wert k ändert sich ebenfalls je nach der Trägerstelle und ist in Trägermitte am gröfsten. Unter allen Umständen ist μ ein unechter Bruch, der sich um so mehr über den Wert 1 erhebt, je gröfser m und v und je kleiner r und k. Über die statische Einwirkung hinausgehende dynamische Beeinflussungen sind also vorhanden. Ist beispielsweise das Gegengewicht $G = 0{,}15$ t, $r = 10$ dm, $\varrho = 8$ dm, $v = 300$ dm/Sek, $g = 98$ dm/Sek^2, $E = 200000$ t/qdm, $J = 7$ dm^4, $l = 50$ dm, für einen beiderseits frei aufliegenden Träger $mg = 0{,}7$ t oder $m = \frac{0{,}7}{98}$, dann wird für Trägermitte $m = 0{,}0035$, $k = \frac{4{,}9}{0{,}0093} = 537{,}6$ und $\mu = \frac{537{,}6}{537{,}6 - 3{,}1} = 1{,}006$.

Für die bei Eisenbahnbrücken gegebenen Verhältnisse werden sich die in Frage stehenden dynamischen Einflüsse stets so aufserordentlich niedrig ergeben, dafs ihre Vernachlässigung zulässig ist.*) Die Wirkung der Gegengewichte der Lokomotiven wird sich also im Wesentlichen als eine Vermehrung oder Verringerung der Beanspruchung um eine statisch wirkende Belastung äufsern, welche sich nach dem Sinusgesetze ständig ändert, und die Höchstwerte $+F$ und $-F$ hat. Da auch diese Belastungen ihren Ort ständig ändern, wird der Einflufs dieser Belastungen kein sehr bedeutender sein können.

Neben den vorstehend behandelten regelmäfsigen Wirkungen der bewegten Last treten noch andere dynamische Einwirkungen auf, welche aus den Unregelmäfsigkeiten und Unebenheiten der Bahn insbesondere an den Schienenstöfsen, aus den Unregelmäfsigkeiten der Fahrzeuge, den Wirkungen unrunder Bremsräder und den Einflüssen der bewegten Lokomotivteile und deren Schwingungen entspringen, und sich als Erschütterungen und Stöfse an der Fahrbahn geltend machen. Der wesentliche Anteil an der Gröfse des Stofszuschlages, den diese unregelmäfsigen Wirkungen der Geschwindigkeit haben, scheint noch wenig behandelt zu sein. Sie haben aber gröfsere Bedeutung, und es ist anzunehmen, dass die vielfach überschätzten regelmäfsigen Wirkungen der bewegten Last zum gröfsten Teile durch eine entsprechend erhöhte Einschätzung der anzunehmenden unregelmäfsigen Wirkungen berücksichtigt werden können. Vielfach behilft man sich bezüglich Berücksichtigung der regelmäfsigen und unregelmäfsigen dynamischen Wirkungen der Verkehrslast damit, dafs man die bewegte Last ohne Rücksicht auf die Brückenspannweite mit einer gleichmäfsigen Stofsziffer, nach Gerber $\mu = 1{,}5$, multipliziert als ruhend in die Berechnung einführt. Bei dem vorhandenen Streben nach Erhöhung der Leistungen der Bahnen, bei der stetigen Steigerung der Raddrücke, für elektrischen Betrieb insbesondere bei der Zunahme der ungefederten Teile der Verkehrslasten mag es vornehmlich aus wirtschaftlichen Rücksichten wünschenswert erscheinen, von bisher gebräuchlichen Festlegungen der Stofsziffer abzugehen und sie den wechselnden Verhältnissen, also Brückenspannweiten entsprechend abzustufen, wie dies bei uns schon mehrfach angeregt wurde*) und in anderen Ländern, beispielsweise in Amerika, längst der Fall zu sein scheint.

Man stelle sich die Brücke als beiderseits frei aufliegenden Träger vor. Die gleichmäfsig verteilt gedachte Belastung bewegt sich mit einer gewissen Geschwindigkeit vom Brückenanfange über die Mitte zum Brückenende, und überzieht schliefslich bei nicht ungewöhnlich grofser Brückenlänge den ganzen Träger. Die Durchbiegung und Beanspruchung des Trägers wächst hierbei allmählich und erreicht ihren Höchstwert bei Vollbelastung. Neben den statischen Wirkungen dieser gleichmäfsig fortschreitenden Lasten werden nun auch noch regelmäfsige und insbesondere unregelmäfsige dynamische Wirkungen der Geschwindigkeit der bewegten Last zur Geltung kommen, welche damit in Rechnung gezogen werden können, dafs die gleichmäfsig verteilt gedachten Verkehrslasten, oder vielleicht auch nur Teile von ihnen, ohne plötzliche Wirkung mit einer gleichmäfsigen, sehr geringen Stofshöhe h behaftet eingeführt werden. Diese Gröfse h ist hierbei als die mittlere, während der Vollbelastung einer Brücke auftretende Stofshöhe aufzufassen und ist unabhängig von der Art des Trägers, abhängig dagegen von der Art und Beschaffenheit des Oberbaues und der Fahrzeuge, den Unregelmäfsigkeiten sowohl der Fahrzeuge selbst, als auch deren Bewegung. Durch unmittelbare Beobachtung dürfte die Gröfse h schwer zu ermitteln sein; leicht dagegen erscheint deren Einschätzung auf dem Wege der Berechnung

*) Melan, Zeitschr. des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1893, Nr. 20.

*) Vergleiche die von Professor Melan in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1901, Seite 257, in dieser Beziehung gegebene Anregung. Deutsche Bauzeitung 1889, Seite 379, Schlufssatz des Aufsatzes von Weyrich.



aus beobachteten Durchbiegungen an bestehenden Brücken. Dafs zur Sicherheit h für alle Fälle nicht zu gering zu greifen sein wird, liegt auf der Hand. Dafs anderseits in dieser Einschätzung der Gröfse h sehr weit gegangen werden kann, ohne den aus der Abstufung des Stofszuschlages folgenden wirtschaftlichen Vorteil wesentlich zu beeinträchtigen, wird im nachfolgenden nachzuweisen sein. Es mag sich nun darum handeln, ob die ganze Verkehrslast, oder nur ein Teil davon mit der bezeichneten Stofshöhe h behaftet eingeführt werden soll. Da die Eisenbahnverkehrslasten durchweg abgefedert sind, wird an den vorkommenden Stofsdrücken zunächst nur der ungefederte Teil der Verkehrslast, Räder, Achsen und deren Zubehör, beteiligt sein.*) Dieser Teil sei $\frac{P}{n}$, wobei n das Verhältnis der ganzen Verkehrslast zu deren ungefedertem Anteile darstellt. Die Geschwindigkeit dieser Last $\frac{P}{n}$ nach dem Falle von der Höhe h wird nicht $v = \sqrt{2\,g\,h}$, sondern $v = \sqrt{2\,g\,n\,h}$ sein, da die fallende Masse bei Einschaltung einer Feder über dem Radgestelle durch die Kraft des Federdruckes eine Beschleunigung erfährt. Der Fall wird daher so erfolgen, als ob die Beschleunigung der Schwere n g betrüge, oder die Geschwindigkeit des Aufstofses wird so gesteigert sein, als ob die Fallhöhe nicht h, sondern n h betragen hätte. Die verkürzte Fallzeit folgt aus $h = \frac{1}{2}\,n\,g\,t^2$ mit $t = \sqrt{\frac{2\,h}{n\,g}}$.

Für Eisenbahnverkehrslasten ist n bei vollkommener Federung etwa gleich 4 zu setzen; da aber die Federung nie vollkommen ist, wird $n = 2,5$ in die Rechnung eingeführt. Die Fallzeit wird daher $t = \frac{1}{1,6}\sqrt{\frac{2\,h}{g}}$. Der Stofs erfolgt etwa in der Hälfte der Zeit, die zum freien Falle erforderlich wäre. Die Dauer der dem Stofse folgenden Trägerschwingung wird im Vergleiche zu der oben erhaltenen Fallzeit grofs sein. Bei den gegebenen Verhältnissen, der Unvollkommenheit der Federung und dem weiten Spielraume, der sich nach den folgenden Erörterungen bei Einschätzung der Gröfse h ergibt, mag die vereinfachende Annahme gemacht werden, dafs die ganze Verkehrslast an den Stofsdrücken teilnimmt.**) Es würde aber für die nachfolgende Berechnung auch keinem Anstande unterliegen, den angedeuteten Unterschied zwischen gefederter und ungefederter Last zu berücksichtigen.***)

Nun wird die früher entwickelte Gl. 5) für den Stofs ohne plötzliche Wirkung anzuwenden sein:

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2\,h}{y_1}\,\frac{m_1}{m + m_1}}.\ \dagger)$$

*) Siehe auch Bräuning, Zeitschrift für Bauwesen 1893, S. 446.

**) Vergl. Deutsche Bauzeitung 1889, Seite 550.

***) Die betreffende Formel für μ würde lauten

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2\,n\,h}{y_1}\,\frac{m_1}{m + m_1}},$$

wobei sich aber μ nur auf den ungefederten Teil der Verkehrslast bezöge.

†) Vergleiche die Bemerkung zu Gl. 10). Nach Gl. 5) nimmt μ entgegen Gl. 10) mit wachsendem m ab. Totes Gewicht verringert hier also die Stofswirkungen. Vergleiche hierüber Zeitschrift für Architektur und Ingenieur-Wesen 1883, Seite 277 und 579.

Dabei sind m und m_1 die auf den Stofspunkt umgerechneten Massen des gestofsenen und des stofsenden Körpers. Die nach Zusammenstellung I anzuwendende Umrechnungsziffer hebt sich jedoch bei gleichmäfsig verteilter Verkehrslast im Zähler und Nenner des Bruches $\frac{m_1}{m + m_1}$.

Weiter ist h die Stofshöhe der gleichmäfsig verteilten Last, y_1 die mittlere statische Durchbiegung unter der Wirkung der gleichmäfsig verteilten Last, oben ermittelt zu $\frac{p\,L^4}{120\,E\,J}$ für einen einfachen beiderseits aufliegenden Träger, $J = \frac{\mathfrak{M}\,e}{\sigma}$, $\mathfrak{M} = \frac{\mu\,p\,L^2}{8}$, e nach gebräuchlichen Abmessungen $= 0,05$ L, $\sigma = 75$ t/qdm, $E = 200\,000$ t/qdm, $m_1 = \frac{L\,p}{g}$. p wird allgemein zu 0,4 t/dm für den Träger angenommen, m wie früher bei kleinen Brücken vernachlässigt, sonst in grofsem Durchschnitte für den Träger gleich $\frac{[0,04\,L^{dm} + 0,000015\,(L^{dm})^2]\,t}{g\ dm/Sek^2}$ gesetzt.

$$J \text{ wird } \frac{\mu\,p\,L^2}{8}\,\frac{L}{20\,.\,75} = \frac{\mu\,p\,L^3}{12000} \text{ und}$$

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2\,h\,.\,120\,.\,E\,\mu\,p\,L^3}{p\,L^4\,.\,12000}\,\frac{p\,L}{p\,L + 0,04\,L + 0,000015\,L^2}}$$

$$= 1 + \frac{h\,.\,80000}{44\,L + 0,0015\,L^2} + \sqrt{\left(1 + \frac{h\,.\,80000}{44\,L + 0,0015\,L^2}\right)^2 - 1}.$$

Für $\left(1 + \frac{h\,.\,80000}{44\,L + 0,0015\,L^2}\right) = s$ wird

Gl. 14) . . . . $\mu = s + \sqrt{s^2 - 1}$.

Was unter Stofshöhe h zu verstehen ist, und in welcher Weise deren Gröfse zu ermitteln sein wird, wurde schon früher erörtert. Zur Bestimmung von h standen dem Verfasser nur wenige Unterlagen zur Verfügung. Für die bei uns gebräuchlichen Verhältnisse bei Hauptbahnoberbau auf Holzquerschwellen wurde nach den zur Verfügung stehenden Beobachtungen $h = 0,001$ dm angenommen. Diese Annahme wird auf Grund eingehender Beobachtungen zu verbessern sein. s wird dann $= 1 + \frac{80}{44\,L + 0,0015\,L^2}$, und die Formel $\mu = s + \sqrt{s^2 - 1} = s + \sqrt{(s + 1)\,(s - 1)}$ ergibt für verschiedene Werte von L die Zusammenstellung III der Werte μ:

Zusammenstellung III.

L^{dm} . . .	100	200	400	500	600	800	1000	2000
μ	1,21	1,13	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,04

Bei Brücken kleinerer Stützweite wird die Eigenmasse des Trägers unter Vergröfserung der Sicherheit überhaupt vernachlässigt. Dann ergibt sich die einfache Formel

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2\,h}{y_1}} = 1 + \sqrt{\frac{0,002 \times 120 \times E\,\mu\,p\,L^3}{p\,L^4 \times 12000}}$$

$$= 1 + \sqrt{\frac{4\,\mu}{L}}, \text{ woraus}$$

Gl. 15) . . $\mu = \left(1 + \frac{2}{L}\right) + \sqrt{\left(1 + \frac{2}{L}\right)^2 - 1}$

und die Zusammenstellung IV folgt.

Zusammenstellung IV.

L^{dm}	10	20	40	60	80	100
μ	1,86	1,56	1,37	1,28	1,25	1,22

Auf Grund genügender Beobachtungen wird es möglich sein, ähnliche Ermittelungen für Nebenbahnoberbau und Verkehrslasten, für Schmalspur und sonstige Verhältnisse nach geeigneter Wahl der Stofshöhe anzustellen. In Vorstehendem wurde mit Trägern unveränderlichen Querschnittes und Trägheitsmomentes gerechnet. Bei Brücken gröfserer Lichtweite hat man es aber vielfach mit Trägern gleichen Widerstandes bei wechselndem Querschnitte und Trägheitsmomente zu tun. Résal*) gibt für solche Brücken mittels Ableitung aus der Arbeitsgleichung für Körper von gleichem Widerstande die Durchbiegung $F = \frac{K \sigma L^2}{E H}$ an, worin K ein Festwert ist, der für beiderseits gestützte Balken wechselnder Höhe zu 0,285 anzunehmen ist, während H die gröfste Trägerhöhe bedeutet und σ, L, E die früher angegebene Bedeutung haben. Für den Balken von unveränderlichem Querschnitte ist bei gleichmäfsig verteilter Last p die Durchbiegung $f = \frac{5 p L^4}{384 E J}$.

Setzt man $\sigma = \frac{\mathfrak{M} e}{J}$ und $\mathfrak{M} = p \frac{L^2}{8}$, sowie $e = \frac{H}{2}$, so wird $F = \frac{0{,}285}{J} \frac{p L^2}{8} \frac{H L^2}{2 E H}$ und $\frac{F}{f} = \frac{0{,}285 \, p L^4 . 384 \, E J}{16 \, E J . 5 p L^4} = 1{,}4$ rd.**) Bei gleichem Trägheitsmomente in Trägermitte wird der Träger von veränderlicher Höhe eine ungefähr 1,4 mal so grofse Durchbiegung erfahren, wie der Träger von unveränderlichem Querschnitte. Bei gröfserem y_1 ergibt sich aber μ aus früheren Formeln etwas kleiner. Die durch die gröfsere Durchbiegung dargestellte geringere Steifigkeit des Trägers veränderlicher Höhe hat die Wirkung, die Stofsziffer herabzudrücken.

Aus praktischen Gründen mag es sich wohl empfehlen, für alle Träger gleicher Länge, gleichviel ob sie gleichmäfsige oder veränderliche Höhe besitzen, die höheren Werte der Zusammenstellung III anzuwenden. Der Versuch zeigt, dafs die Gl. 14) und 15) bei Berücksichtigung oder Vernachlässigung der Trägermassen nur geringe Unterschiede geben. Daher möge unter Erhöhung der Sicherheit die Eigenmasse vernachlässigt werden. Dann folgt:

$\mu = \left(1 + \frac{2}{L}\right) + \sqrt{\left(1 + \frac{2}{L}\right)^2 - 1}$ und die Zusammenstellung V.

*) Annales des ponts et chaussées 1883, Seite 277—299.

**) Melan gibt als diesbezügliche Werte in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur und Architekten-Vereines 1893, Nr. 20 für Träger unveränderlicher Höhe 1,2, für Parabelträger 1,66 an.

Zusammenstellung V.

L^{dm}	10	20	40	60	80	100	200	400	500	600	800	1000	2000
μ	1,86	1,56	1,37	1,28	1,25	1,22	1,15	1,11	1,09	1,08	1,07	1,07	1,05

Um zu zeigen, welchen Einflufs die Annahme gröfserer Stofshöhe ausübt, ist noch Zusammenstellung VI für h = 0,005 dm ermittelt, für einen Wert, der tatsächlich nicht annähernd erreicht werden wird. Aus $\mu = \left(1 + \frac{10}{L}\right) + \sqrt{\left(1 + \frac{10}{L}\right)^2 - 1}$ folgt damit die Zusammenstellung VI.

Zusammenstellung VI.

L^{dm}	10	20	40	60	80	100	200	400	500	600	800	1000	2000
μ	3,73	2,62	2,00	1,77	1,64	1,56	1,37	1,25	1,22	1,20	1,17	1,15	1,11

Wenn die Forderung, kleine Brücken frei von Schienenstöfsen zu halten, befolgt wird, können die für kleine Brücken aufgestellten Werte von μ bedeutend geringer angenommen werden. Aus der Behandlung des vorstehenden äufsersten Falles geht hervor, dafs bei gröfseren Lichtweiten mit der Stofsziffer unbedenklich unter übliche, gleichmäfsige Werte gegangen werden kann. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit dem vielfach, beispielsweise in Amerika, Schweden und der Schweiz, geübten Verfahren, wonach bei kleinsten Brücken $\mu = 2$ und darüber gesetzt wird, während bei gröfseren sehr geringe Werte von μ zugelassen werden. Wird der auf die Brücke ausgeübte Stofsdruck so den verschiedenen Verhältnissen entsprechend abgestuft, und damit die durch Nichtberücksichtigung dieser Verschiedenheiten begründete Unsicherheit ausgeschaltet, so unterliegt es selbstverständlich keinem Anstande, mit den Spannungen etwas in die Höhe zu gehen. Die Wirtschaftlichkeit der Anlage wird hierbei unter allen Umständen mehr gewahrt sein, als bei der bisherigen Anwendung einer für alle Brückenlängen gleichbleibenden Stofsziffer. Wenn die den Schienen als Unterstützung dienenden Schwellen nicht unmittelbar auf den Hauptträgern ruhen, wird es jedoch nicht zulässig sein, für alle Brückenteile nur mit einer einzigen, je nach der Brückenlänge bestimmten Stofsziffer zu rechnen. Die Stofswirkungen werden vielmehr nicht gleichmäfsig die ganze Brücke, sondern vornehmlich die von den Stofsdrücken zunächst betroffenen Teile, die Fahrbahnträger, treffen, während die nicht unmittelbar Stöfsen ausgesetzten Teile, die Hauptträger, bedeutend weniger in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Gesetze, nach denen sich die Stofswirkung verteilt und vermöge der Trägheit der Massen schon in geringer Entfernung vom Stofspunkte vernichtet wird, sind noch nicht geklärt. Ruht der die Stöfse aufnehmende Oberbau nicht auf den Hauptgurtungen, sondern auf besonderen Längs- und Querträgern, so berechne man diese Teile unter der Annahme, dafs jeder die ihm auf seine Länge zukommende Stofswirkung, gegebenen Falles unter Berücksichtigung der Ansammlung der Stofsdrücke, für sich zu ver-

arbeiten hätte, verwende aber gleichwohl für die Hauptträger eine den obigen Zusammenstellungen entnommene Stofsziffer. *)

Aber selbst für den Fall, dafs die Hauptträger die Stofswirkungen unmittelbar aufnehmen, darf streng genommen nicht eine vollständig gleichmäfsige Teilnahme aller Teile des Trägers an der Verarbeitung der Stofsdrücke angenommen werden. Die der Stofswirkung zunächst ausgesetzten Gurtungen mit den anschliefsenden Teilen der Verbindungstäbe werden sicher ungleich mehr beansprucht werden, als die von den Stofspunkten entfernter liegenden Teile. Aus schon angegebenen Gründen ist man noch nicht in der Lage, diese Ungleichheit der Stofsverteilung rechnerisch zu berücksichtigen. Man mufs sich vielmehr damit begnügen, bei Berechnung des Stofszuschlages so zu verfahren, dafs er sicher etwas zu grofs eingeführt wird. Durch entsprechend reichliche Annahme der vorstehend eingeführten Stofshöhe h ist dies möglich. Übrigens ist anzunehmen, dafs die stets zwischen den Fahrbahnträgern und Schienen liegenden Schwellen und Oberbauteile die unmittelbare Ausübung von Stöfsen auf die Träger wesentlich mildern. Dafs bezüglich der Berücksichtigung der dynamischen Beanspruchungen diejenigen Bauwerke den Vorzug verdienen, bei denen diese Beanspruchungen von besonderen kleineren elastischen Zwischenteilen und nicht von den Hauptträgermassen unmittelbar aufgenommen werden, bedarf keines besonderen Hinweises.*)

Zur Minderung der dynamischen Beanspruchung von Brücken werden alle diejenigen Mittel dienlich sein, die geeignet sind, eine Herabsetzung der nach Obigem angenommenen mittlern Fallhöhe h zu begründen. Hierzu werden kräftiger Oberbau, gute Unterhaltung der Gleislage und der Betriebsmittel und alle stofsmildernden und stofsaufhebenden Verfahren, wie Anwendung grofser Schienenlängen, gute Stofsverbindungen, Schienenschweifsung, Blattstofs, Filzunterlagen, geeignet sein. Hat man doch schon an alten Brücken allein durch Ersetzung des Schienenstumpfstofses durch den Blattstofs erhebliche Minderungen der vorher beobachteten Schwingungen erzielt und festgestellt, dafs allein das Nachziehen der Laschenschrauben die dynamischen Beanspruchungen schon wesentlich abschwächte.**) Dafs die dynamischen Wirkungen unter günstigen Umständen fast ganz ausbleiben können, ist durch die Tatsache bewiesen, dafs an manchen Brücken unter dem Verkehre schnellfahrender Züge keine oder nur geringe Überschreitungen der statischen Durchbiegungen beobachtet werden. Gleichwohl mufs man mit dynamischen Wirkungen rechnen, und man tut dies zur Zeit vielfach unter Einführung einer verhältnismäfsig hohen, für alle Verhältnisse gleichen Stofsziffer. Wenn man diese den jeweiligen Verhältnissen entsprechend abstuft, so wird damit eine innerlich begründete Sparsamkeit eingeführt.

*) Diese Stofsziffern werden sich also bei einigermafsen grofsen Brücken von l sehr wenig unterscheiden. Vergleiche den im Zentralblatte der Bau-Verwaltung 1892, Seite 215, gemachten Vorschlag, für die Hauptträger den Einflufs der Lastbewegung überhaupt zu vernachlässigen.

*) Deutsche Bauzeitung 1889, Seite 379.

**) Zimmermann, Zentralblatt der Bau-Verwaltung 1892; Engesser, Zusatzkräfte II, S. 168, und Deutsche Bauzeitung 1889, S. 350.

5000ste Lokomotive der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, vormals Georg Egestorff, Hannover-Linden.

Die für die Grofsherzoglich oldenburgischen Staatsbahnen bestimmte Lokomotive Nr. 5000 ist am 15. Juni 1907 abgeliefert worden. Zu der Feier waren Vertreter der Staatsregierung, der Städte Hannover und Linden, der Technischen Hochschule, zahlreicher in- und ausländischer Bahnverwaltungen, Behörden und industrieller Kreise, sowie sonstige Geschäftsfreunde als Gäste geladen.

Das Werk ist im Jahre 1835 von Georg Egestorff gegründet; es wurde fertiggestellt

die erste	Lokomotive	im Jahre	1846,
« 100ste	«	« «	1856,
« 800ste	«	« «	1870,
« 1000ste	«	« «	1873,
« 2000ste	«	am 21. IX.	1885,
« 3000ste	«	« 11. XII.	1897,
« 4000ste	«	« 1. VIII.	1903.

Von den ersten 5000 Lokomotiven sind rund 1100 ins Ausland abgeliefert, darunter nach

Rufsland	241
Rumänien	115
Japan	93
Spanien	81
Java	78
Dänemark	77
Türkei	54
Ostindien	54
Österreich	49
Portugal	40
Italien	25
Bulgarien	21
Holland	19
China	17
Siam	16
Finnland	14
Argentinien	14
Schweden	9
Griechenland	9
Chile	3.

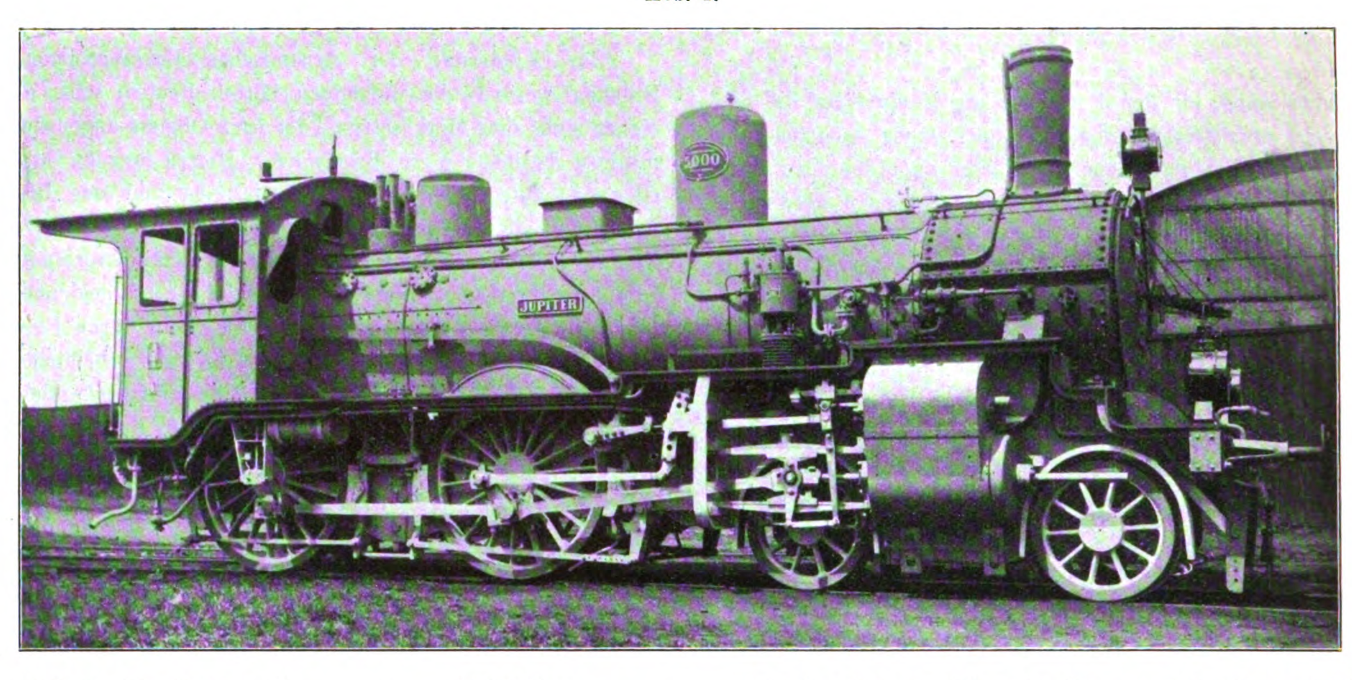
Zur Zeit hat das Werk 350 Lokomotiven in Auftrag, von denen beinahe 100 Stück für das Ausland bestimmt sind.

Lokomotive F. Nr. 5000.

2/4 gekuppelte 2.B.0-Personenzug-Lokomotive mit vorderm Drehgestelle der preufsischen Regelform (Textabb. 1).

Die Hauptabmessungen sind:

Abb. 1.



Zylinder-Durchmesser d	460/680 mm
Kolbenhub h	600 mm
Raddurchmesser:	
Laufräder	1000 mm
Triebräder D	1750 «
Achsstand . 2200 + 2600 + 2600 =	7400 «
Rostfläche R	2,27 qm
Heizfläche der Rohre feuerberührt .	110,37 «
« « Feuerbüchse . . .	8,98 «
« ganze H	119,35 «
Zahl der Rohre	231 Stück
Durchmesser der Rohre	39/44 mm
Länge der Rohre	3900 «
Durchmesser des nahtlosen Ehrhardtschen Rundkessels . . .	1400 «
Dampfdruck p	12 at
Leergewicht G	46650 kg
Reibungsgewicht G_1	30150 «
Dienstgewicht	52150 «
Kesselmitte über Schienenoberkante	2250 mm

Vierachsiger 20 cbm-Tender, Muster der preufsischen Staatsbahnen.

An besonderen Einrichtungen sind vorhanden:

Die Lindnersche Anfahrvorrichtung, gibt Frischdampf in den Niederdruckzylinder bei ausgelegter Steuerung.

Rauchverbrennung Staby. Der zweite auf dem Kessel befindliche Dom dient als Dampfbehälter für diese.

Westinghouse-Bremse, auf die Tenderachsen und die Lokomotivtriebachsen wirkend. Luftpumpe mit Luftpumpendruckregler von Westinghouse und mit zweistufiger Prefspumpe. Die Luftzylinder haben äufsere Rippen und keine Bekleidung.

Dampfheizungseinrichtung.

Prefsluftsandstreuer, Bauart Lentz.

Strahlpumpen: saugende »Restarting«-Strahlpumpen Klasse By Nr. 8 von Friedmann, für 120 bis 140 l/Min.

Gasbeleuchtung nach Pintsch.

Nathan-Öler.

Verbinder-Überhitzer in der Rauchkammer, Bauart Ranafier. Besteht in Unterteilung des Überströmrohres in 46 nahtlose eiserne Rohre von 40/46 mm Durchmesser; er dient gleichzeitig als Funkenfänger, und hat an Heizfläche, aufsen gemessen, 14,3 qm. Der Rauminhalt ist gleich dem 1,75 fachen Inhalte des Hochdruckzylinders. Ausgeführt wurden mit diesem Verbinder-Überhitzer bereits sechs Schnellzug-Lokomotiven der Oldenburgischen Staatsbahnen, 11 weitere Lokomotiven mit diesem Überhitzer sind im Baue.

Drehgestell: preufsisches Muster, sogenanntes hannoversches Drehgestell.

Die bei der Ablieferung veranstaltete Feier gab ein erfreuliches Bild rascher und kraftvoller Entwickelung des Werkes.

Anläfslich der Feier wurde dem jetzigen Direktor Herrn Heller von der königlichen Technischen Hochschule zu Hannover die akademische Würde Doktor-Ingenieur Ehrenhalber verliehen.

Verbesserungen am Holzquerschwellen-Oberbau.

Von **A. Rambacher**, Bahnmeister a. D. zu Rosenheim.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 19 auf Tafel XXXIX.

Der Verfasser ist seit Jahren bestrebt, die Leistungsfähigkeit der hölzernen Querschwelle zu steigern, um die Erhaltungsarbeiten ihrer Kosten und teilweise schädlichen Einflüsse wegen zu verringern. Er hat zu dem Zwecke zahlreiche von der bayerischen Staatsbahnverwaltung genehmigte Versuche in stark und ungünstig belasteten Ausziehgleisen angestellt, deren Art und wichtigste Ergebnisse hier beschrieben werden sollen.

In erster Linie wurde die Verstärkung der Holzquerschwelle gegen Abnutzung angestrebt, um das schädliche Gewölbtwerden unter der Platte nebst dem dadurch bedingten Nachdexeln der Schwellen zu verhüten.

Zu dem Zwecke wurden im Plattenlager Hartholzeinsätze angebracht, die dem Eindrücken der Platte mehr Widerstand leisten und die ersetzt werden können, wenn sie nach längerer Zeit unbrauchbar werden, ohne dafs an der Schwelle selbst etwas zerstört wird.

Im Frühjahre 1902 wurden die ersten alten Föhrenschwellen mit ganzen eichenen Einsätzen von 5 cm Höhe, unten 28 und oben 27 cm Breite in einem ständig befahrenen Ausziehgleise des Bahnhofes Rosenheim verlegt. Die Ausschnitte für die Einsätze wurden vor dem Eintreiben der letzteren mit heifsem Teer gestrichen. Die Befestigung der Schienen auf Keilplatten erfolgte mit Hakennägeln.

Nach vier Jahren zeigten die Einsätze unter dem ständigen Verkehre der Verschiebemaschine insbesondere an den Stofsschwellen bis zu 10 mm tiefe Platteneindrücke, jedoch ohne Wölbung und ohne Beschädigung der Schwellen selbst, während die Nachbarschwellen ohne Einsätze wegen mehrmaligen Nachdexelns in der Zwischenzeit schon an der Grenze ihrer Brauchbarkeit standen.

Diesem ersten Versuche folgten im Jahre 1904 zwei gröfsere auf der freien Strecke. Bei Westerham wurden ungefähr 2000 zur Hälfte ganz alte Föhrenschwellen mit Einsätzen, die aus unbrauchbaren Eichenschwellen gewonnen waren, und bei Rosenheim, zwischen Grofskarolinenfeld und Ostermünchen, 700 neue Föhrenschwellen mit Einsätzen aus neuem Eichenholze verlegt. Die Einsätze ersterer Strecke sind zweiteilige, während die der letztgenannten je zur Hälfte einteilig und zweiteilig sind. Abb. 2, Taf. XXXIX zeigt die Anordnung der letzteren bei alten, Abb. 1, Taf. XXXIX bei neuen Schwellen.

In beiden Fällen zeigt sich nun, dafs auch unter stärkstem Betriebe kein Einfressen der Unterlagsplatten in die Einsätze stattfindet, weil zum harten Holze auch noch die Querlagerung der Faser kommt, die so von der Unterlagsplatte nicht abgeschnitten wird.

Alle Schwellen geben so der Schiene eine gleich gute, von der Beschaffenheit der Schwellen fast unabhängige Unterstützung, so dafs die örtlichen Verdrückungen als Folge ungleichmäfsiger Nachgiebigkeit der Schwellen geringer werden.

Das Gleis macht daher jetzt einen guten Eindruck, auch kommen an den Stöfsen die sonst häufigen schief eingedrückten Schwellen nicht vor.

Die Schwellenschrauben haben gegen seitlichen Druck die Langholzfaser des Einsatzes als Widerlager, was wesentlich für die Erhaltung der Spurweite ist.

Bei der Behandlung der Schwellen ist folgendes zu beachten.

Alte Schwellen sollen mindestens 10 cm gesundes Holz unter dem Einsatze behalten (Abb. 2, Taf. XXXIX), und letzterer mufs von mindestens 3,5 cm tiefen Ausschnittswänden gefafst werden. Bei verschiedenen Lasten ist das unter der Schiene auftretende Biegungsmoment allgemein mafsgebend für die erforderliche gesunde Schwellenhöhe unter dem Einsatze. Die Ausschnittswände dürfen nicht zu stark schwalbenschwanzförmig unterschnitten werden, weil sich sonst der Kopf der Schwelle beim Eintreiben der Einsätze abhebt. Ein Unterschneiden um 5 mm auf 5 cm Höhe genügt, so dafs also die Einsätze unten 1 cm gröfsere Breite haben, als oben. (Abb. 1, 2 und 18, Taf. XXXIX.)

Die Einsätze sollen aus zwei Teilen bestehen, die gegenseitig keilartig eingetrieben und so am einfachsten fest gegen die Stirnwände der Ausschnitte geprefst werden.

Die Bohrlöcher für die Schwellenschrauben in den Einsätzen sollen nicht zu klein sein, damit das Zerspringen der letzteren vermieden wird. Die Löcher im Schwellenholze werden besonders bei alten Schwellen, in denen Steine und Nagelstümpfe nicht selten sind, besser gedornt, als gebohrt.

Die Einsätze werden am besten und billigsten aus Buchenholz hergestellt und mit heifsem Teeröle getränkt.

Die Ausschnitte in alten Schwellen werden von Hand hergestellt, die alten Nagellöcher gut verdübelt, und die Ausschnittflächen mit heifsem Teere ausgestrichen. Bei neuen Schwellen erfolgt die Ausschneidung mit Maschinen vor dem Tränken.

Im Jahre 1905 wurde bei acht Betriebsdirektionen in Bayern je 1 km Gleis mit alten, stark abgenutzten Föhrenschwellen durch Einfügung zweiteiliger, buchener Einsätze umgebaut, so dafs Ende 1906 rund 15000 solcher Schwellen verlegt waren.

Gleichzeitig wurden in Bayern gröfsere Mengen von Schwellen mit Collet'schen Dübeln*) verlegt, von denen man auch Schutz des Plattenauflagers vor Abnutzung und bessern Halt der Befestigungsmittel erwartet; drei oder vier Dübel werden aber voraussichtlich nicht im Stande sein, die ganze Unterlagsplatte dauernd zu tragen, und die Langfasern im Dübel werden dem Gewinde der Schwellenschraube nicht den Halt bieten, den die Querfaser im Einsatze und Schwellen-

*) Organ 1905, S. 9 und 47; 1903, S. 169, 195 und 235.

holze gibt. Die Unterlagsplatten fressen sich trotz der Dübel in die Schwellen ein, wenn auch langsamer, und beim Nachziehen der Schwellenschrauben bröckeln die durch den Gewindegang abgeschnittenen Felder im Dübel ab. Aufserdem begünstigen die Collet'schen Dübel das Zerreifsen der Schwellen, wodurch diese bald ganz unbrauchbar werden.

Wenn erst die Zeit des Reifsens für eine Schwelle eingetreten ist, sind die Dübel schädlich, weil sie durch die Spannung ihrer Einpressung und des Quellens die Ausdehnung und Erweiterung der Risse begünstigen. Das wird sich um so fühlbarer machen, als mit so teueren Mitteln ausgestattete Schwellen 30 bis 40 Jahre liegen müssen, wenn sie vorteilhaft sein sollen. Das geht aber nur dann, wenn die Schwellen ungestört liegen bleiben, keinerlei Nachdexelung bedürfen und wenn auch gerissen, so doch durch die Einsätze gebunden sind.

Eine Schwelle mit Hartholzeinsatz bleibt auch gerissen oder angefault noch brauchbar, eine verdübelte wird unbrauchbar, sobald sie vom Dübel aus zu reifsen beginnt oder im Plattenlager anfault, denn die Einsätze halten sie zusammen, während die Belastung der Dübel die Schwelle mit den keiligen Gewindegängen auseinander treibt. Vorschriftmäfsiges Einsetzen von drei oder vier Dübeln setzt fast ganz vollkantige Schwellen voraus, weil sonst für die Dübel kein Platz ist.

Um aus einem Stück Rundholz zwei Hauptbahnschwellen zu gewinnen, die sich für die Verdübelung eignen, mufs es etwa 38 cm Durchmesser haben, dagegen lassen sich schon aus einem Rundholz von 32 cm Durchmesser zwei erstklassige Schwellen mit Einsätzen herstellen, weil das Auflager für die Platte durch den Einsatz gewonnen wird (Abb. 1, Taf. XXXIX); dafs hiermit noch weitere Vorteile verbunden sind, soll unten erörtert werden. Nach den bisherigen Erfahrungen haben getränkte Föhrenschwellen mit harten getränkten Einsätzen den Wert von eichenen.

Einen zweiten Gegenstand der Bestrebungen des Verfassers bildete die Verhinderung des Wanderns; die Ergebnisse sind früher mitgeteilt.*)

Weiter wurde die Unterstützung der Schwellen und der Einflufs des Stopfens untersucht. Die Erfahrung zeigt, dafs ältere, geschulte Bahnmeister möglichst wenig Hebungen am Gleise vornehmen lassen, um die Stopfarbeit möglichst zu beschränken, die oft nur an den Schienenstöfsen unumgänglich ist. Das Verfahren beruht auf dem Bestreben, gut eingelagerte Schwellen in Ruhe zu lassen.

Als nun die Hartholzeinsätze die Herstellung halbrunder Schwellen mit recht breitem Auflager ermöglicht hatten, lag es nahe, die Schwellen nicht mehr mit der Stumpfhacke zu unterstopfen, was bei der grofsen Lagerbreite doch nicht satt geschehen kann, sondern sie auf vorher fest gestampfte Bettung zu legen und das feinere Ausgleichen der Höhenlage der Schienen mit Holzkeilen zu bewerkstelligen.

Bei der Vorführung der bereits eingeführten Verbesserungen an den 1906 in Mailand ausgestellten Stücken wurde von der Verwaltung ein gröfserer Versuch mit Keilregelung der Höhenlage der Schienen genehmigt, wobei die Stöfse auf einige Hundert Meter Gleislänge mit Keilen geregelt werden sollten, so dafs hier die Stopfarbeit wegfiel.

Durch einen Vorversuch an 10 Stöfsen im Bahnhof Rosenheim wurde die zweckmäfsige Gestaltung des Kleineisenzeuges ermittelt.

Die Stofsschwellen waren hier alte, durch Längsrisse unbrauchbar gewordene Eisenquerschwellen der Form Heindl, die innen ausbetoniert wurden; den Beton halten mehrere an den Langseiten der Schwellen eingeschlagene Dullen. Statt dieser hätten ebenso auch im Plattenlager abgenutzte Holzschwellen genommen werden können (Abb. 3 bis 8, Taf. XXXIX).

Diese Eisenschwellen wurden auf vorher mit dem Betonstampfer festgestampfte Bettung gelegt und durch Holzbrücken miteinander gekuppelt. Diese bestehen aus je zwei 0,65 m langen, 0,10 m hohen und 0,135 m breiten Hölzern (Abb. 3 bis 8, Taf. XXXIX) und sind aus alten, unbrauchbaren Eichenschwellen geschnitten. Auf diesen lagert die Unterlagsplatte (Abb. 6, Taf. XXXIX) der Schiene mit vier Ansätzen zur Spurhaltung und Keilführung, sie ist für sich mit vier gewöhnlichen Holzschrauben festgeschraubt. Die Stofsfuge trifft auf die Mitte der Platte, die Schienenenden liegen auf zwei von aufsen eingetriebenen Hartholzkeilen des Anzuges 1 : 20, welche mit je einer langen Klemmplatte (Abb. 8, Taf. XXXIX) und je einer Schwellenschraube aufsen und innen nebst den Fufsenden beider Schienen fest auf die Brücke niedergeschraubt werden.

Nun kann die Höhenlage des Schienenstofses ohne Nachstopfen geregelt werden. Die beiden Schwellenschrauben werden zu dem Zwecke gelockert und die Keile entsprechend nachgetrieben. Die Schienenenden können auch etwas überkeilt werden, was die Stofslage voraussichtlich auf die Dauer verbessert.

Die Fahrt über den Stofs ist in der Regel so lange stofsfrei, als die Schienen neu sind und die Laschen gut anliegen, wenn die beiden Schienenköpfe genau gleich hoch gewalzt waren. Sobald aber die Laschen etwas nachlassen, beginnt das Hammerspiel am Stofse. Durch geringe Überkeilung des Stofses und genaue Ausgleichung der beiden Schienenköpfe der Höhe nach, auch bei locker gewordenen Laschen alter Gleise, wird das Hämmern vermieden, also wird auch das Sinken der Stöfse seltener werden. Das Rad rollt über den Stofs, ohne dafs der Anlaufkopf als Ambos wirken mufs; denn da dieser mit dem Ablaufkopfe überhöht, also nach oben gespannt, auf derselben Brücke in genau gleicher Höhe fest gelagert ist und nur eine kleine Durchbiegung der den Stofs wirksam tragenden Brücke stattfindet, bleiben beide Köpfe in gleicher Höhe.

Halbrunde, unten breite Zwischenschwellen werden ebenfalls auf ein vorher fest gestampftes Lager gelegt, dann wird eine schmälere Unterlagsplatte, als am Stofse auf die Hartholzeinsätze gebracht und die Schiene mit zwei Keilen, wie am Stofse unterkeilt und festgeschraubt. Senkungen im Gleise können sofort ohne Nachstopfen gehoben werden, indem man die Schwellenschrauben löst und die Keile antreibt.

Ein Streckenwärter ist im Stande, sein Gleis täglich auf das feinste der Höhe nach auszurichten, so dafs auch die schnellen Fahrten ruhig bleiben. Damit entfallen die gröfseren Unterhaltungsarbeiten, abgesehen von aufsergewöhnlichen Er-

*) Organ 1907, S. 83.



eignissen, also wird auch die mit dieser verbundene Zertrümmerung der Bettung vermieden. Ist eine Schwelle so weit niedergefahren, dafs die Keile nicht mehr ausreichen, so wird sie seitlich in das vorher ausgeräumte Zwischenfeld gerückt, das Lager aufgefüllt und festgestampft und die Schwelle wieder aufgebracht und festgelegt. Das können zwei Mann in wenigen Minuten ausführen.

Jetzt mufs beim Heben einer Schwelle auch die Nachbarschwelle, wenn auch nur wenig, mitgehoben und daher auch neu gestopft werden. Der feste Stock unter den Schwellen kann also nicht belassen bleiben, denn bei geringen Hebungen kann die Stopfhacke nicht unter die Schwelle eindringen. Deshalb mufs erst das ganze feste Lager unter der Schwelle aufgespitzt werden. Diese Arbeiten erzeugen den feinen Stoff für den fast an allen Stöfsen zu findenden Schlamm und zwingen zu vergleichsweise rascher Erneuerung auch der besten Bettung.

Mit den neuen Mitteln wird ein einmal festgewordenes Schwellenlager erhalten, die Behandlung der Bettung mit der Stopfhacke fällt weg, und so wird wirtschaftlich ein grofser Vorteil erzielt.

Die grobe Rottenarbeit wird in sorgfältige Wärterarbeit umgewandelt; jeder Mann pflegt eine bestimmte Gleisstrecke, auf der er jeden Stofs, jede Schwelle, jeden Keil und jede Schraube kennt, und für deren Zustand er verantwortlich gemacht wird. Sein Streckengang wird von einer beobachtenden zu einer nützlichen Leistung, denn er kann fast alle gefundenen Mängel mit seinem Keilhammer sofort selbst heben und so das Entstehen erheblicher Schäden verhüten. Diese Erleichterung der Erhaltung gestattet die bessere Ausnutzung des Stolzes des Wärters auf eine tadellose Strecke, der sich jetzt bei der Notwendigkeit, oft erst anderweite Arbeitskräfte zu Hülfe nehmen zu müssen, viel weniger geltend machen kann.

Auch die jetzt während des Frostes oft gar nicht zu hebenden Frostschäden werden unbedenklicher, da man mittels der Keile auch entstandene Hebungen beseitigen kann.

Die neuerdings sonst zur Verbesserung des Gleises verwendeten Mittel, die Verstärkung der Stöfse durch Zweischwellen-Bauart und die Vermehrung der Schwellen unter einer Schienenlänge, setzen dauernd richtige Höhenlage der Schwellen voraus. Diese ist aber beispielsweise bei verhältnismäfsig schmalen Schwellen und beim Zweischwellenstofse nicht ohne weiteres gesichert, da die Belastung der einzelnen Schwelle nicht im Verhältnisse der Schwellenvermehrung abnimmt, und die zu eng liegenden Stofsschwellen nur mangelhaft, weil einseitig zu stopfen sind. Versunkene und hängende Schwellen, also Stopfarbeiten wird es auch diesen Mitteln gegenüber nach wie vor geben.

Man kann für die Verwendung der Keile auch den allgemeinen Gesichtspunkt anführen, dafs es richtiger ist, das Mittel zur Regelung der Höhenlage zwischen Schwelle und Schiene, als unter der Schwelle wirken zu lassen, weil man bei ersterem Verfahren einen kleineren Teil des Gleises zu regeln hat und die unvermeidlichen Unterschiede in der Höhenlage der Schwellen sicher unschädlich machen kann.

Der Verfasser verlegt nicht mehr Schwellen, als der Tragfähigkeit der Schienen wegen unbedingt nötig sind, erzielt dabei aber doch Ruhe der Lage, weil jede Schwelle vollständig satt gebettet ist und durch die Keile jederzeit wieder zum Tragen gezwungen werden kann.

Allein die Keile bedürfen des häufigeren Ersatzes. Diese sind aber billig aus alten Eichen- und Buchenschwellen zu gewinnen, und ihre Lebensdauer hängt von der Härte des Holzes und der sachgemäfsen Vornahme der Keilung ab. Wenn diese rechtzeitig und vorsichtig geschieht, und der Schienenfufs daher ruhig auf den Keilen liegt, so bleiben sie je nach der Betriebstärke zehn und mehr Jahre gebrauchsfähig. Sie bilden auch Oberbauteile, deren Ersatz der Wärter leicht bei sich tragen kann.

Der Verfasser glaubt durch seine Verbesserungen namentlich die folgenden Vorteile erzielt zu haben.

1. Alle alten Schwellen können durch die Hartholzeinsätze für viele Jahre wieder brauchbar gemacht werden.

2. Neue Schwellen können von Haus aus gegen Abnutzung durch Einsätze gesichert und so zu einer vielfachen Lebensdauer befähigt werden.

3. Durch die Einsätze fallen viele Arbeiten, wie Nachdexelung der Plattenauflager und damit verbundene Neuunterstopfungen der Schwellen weg.

4. Die Einsätze sichern gegen Spurerweiterungen, indem sie den Schwellenschrauben Langholz als Widerlager bieten.

5. Durch die Stützklemmen wird das Wandern beseitigt ohne Beschädigung der Schienen selbst, somit wieder an Nacharbeit gespart.

6. Durch die Keilregelung wird der Höhe nach eine ebene Fahrbahn geschaffen und ständig erhalten.

7. Die Schienen werden geschont, vornehmlich an den Stöfsen.

8. Die Bettung wird vor Zerstörung bewahrt, auch minderwertige Bettung wird also verwendbarer.

9. Die vollständige Ausnutzung alter Eisen- und Holzschwellen ist möglich, sie bietet zugleich eine passende Winterarbeit für die ständigen Arbeiter.

10. Bei eisernem Oberbaue wird die Härte der Lagerung wesentlich gemildert, da die Schienenstöfse nun auch hier auf Holz ruhen.

Neuerdings haben nun die angestellten Beobachtungen noch zu folgenden Abänderungen der Neuerungen geführt.

Bei den Stofsbrücken mit Keilregelung in einem nahezu ständig befahrenen Ausziehgleise in Rosenheim hat sich gezeigt, dafs sich der 105 ^{mm} breite Schienenfufs ziemlich rasch in die Keilflächen einarbeitet.

Diese Erfahrung entspricht einer andern, die in demselben Gleise mit den hier zuerst erprobten Hartholzeinsätzen gemacht wurde. Die Unterlagsplatten der Schienen arbeiten sich in etwa einem Jahre trotz der harten Einsätze bis zu mehreren Millimetern in ihr Auflager ein, während in anderen Strecken nach vier Jahren noch nicht der geringste Eindruck zu sehen ist.

Aus dieser Erscheinung folgt, dafs in einem sehr stark befahrenen Gleise, das in diesem Falle auch noch schwache Schienen hat, Anforderungen aufsergewöhnlicher Art an die

Unterschwellung gestellt werden, und dafs eine sich hier nur einigermafsen bewährende Anordnung in der freien Strecke vollkommen brauchbar sein kann.

Wenn es nun aber gelingt, selbst in einem so unruhigen Gleise mit alten, schwachen Schienen eine vollständig ruhige Fahrbahn zu erhalten, dann sind die angewendeten Mittel gewifs gute.

So sind nun mit Genehmigung der Verwaltung zwei weitere Stöfse mit der Keilregelung des Verfassers auf alten, eichenen Schwellen ausgerüstet. Die Schienenenden sind in eine gemeinsame, 16 cm breite und 25 cm lange Platte mit Randleisten gelagert, die auf zwei 12 cm breiten Keilen ruht, sodafs jetzt ein Eindrücken in die letzteren verhindert wird (Abb. 9 bis 13, Taf. XXXIX); aufserdem werden die Enden der Schienenfüfse durch zwei Klemmleisten niedergehalten, deren jede von zwei Schraubenbolzen an den Enden und einer Schwellenschraube in der Mitte auf die Schienenfüfse gedrückt wird.

Während beim ersten Versuche nur ungefähr 180 qcm Auflageflächen am Schienenstofse auf beiden Keilen vorhanden waren, sind es jetzt 400, und auch diese können durch Anwendung noch längerer Fufsplatten und entsprechend breiterer Keile noch vermehrt werden.

Auf die Weise ist die Keilregelung sicher gestellt und die Stopfarbeit und das Zerstören der Bettung beseitigt.

Bei Zwischenschwellen, soweit diese hauptsächlich in der Nähe der Stöfse mit Keilen ausgerüstet werden, erhalten die Schienen nur Fufsverbreiterungsplatten mit Rändern, weil hier die Klemmleisten nicht nötig sind (Abb. 14 bis 19, Taf. XXXIX).

Nach dieser neuen Anordnung ist nun die Schwelle mit den Hartholzeinsätzen oder Stofsbrückenhölzern und den auf diese aufgeschraubten Platten mit Schienen- und Keil-Führung der Unterbau für die Schiene, die mit ihren Fufsverbreiterungsplatten auf die zwischengelagerten Stellkeile niedergeschraubt wird.

Die auf die verschiedenen Neuerungen erteilten Patente sind im Besitze der Firma Gebrüder Himmelsbach in Freiburg i. B.

Vereins-Angelegenheiten.

Verein deutscher Maschinen-Ingenieure.

Generaldirektor Glasenapp berichtet über das Preisausschreiben des Vereines vom 1. Juni 1905 über die Untersuchung der Bedingungen des ruhigen Laufes von Drehgestellen und Drehgestellwagen für Schnellzüge. Für die eingegangenen Lösungen erhalten Preise Dipl.-Ing. C. Hoening in Elberfeld 1000 M. und Ingenieur W. Jürges in Cöln-Deutz 3000 M.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Proben zur Bestimmung der Haftfestigkeit zwischen Beton und Eisen.

(Railroad Gazette 1907, Januar, Band XLII, S. 70. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 4 auf Taf. XXXVIII.

C. E. De Puy, Professor des Maschineningenieurwesens am Lewis Institute in Chicago, hat eine Reihe von Proben gemacht zur Feststellung der Haftfestigkeit zwischen Beton und Eisen für verschieden geformte Stäbe bei gleicher Beschaffenheit des Betons und bei gleicher Länge der Einbettung für jede der verschiedenen Stabarten. Hierbei wurden auch die Gleitungen der Stäbe im Beton, sowie die die Gleitungen verursachenden Kräfte gemessen.

Um die Ergebnisse vergleichbar zu machen, wurden Probestäbe verwendet von möglichst gleichem durchschnittlichen Querschnitts-Flächeninhalte und gleichem Gewichte für die Längeneinheit. Die Proben wurden für sieben Stabarten mit fünf Einbettungslängen von 203, 305, 406, 508 und 610 mm für jede Art ausgeführt.

Die verwendeten Betonblöcke hatten zylindrische Form von 15 cm Durchmesser (Abb. 4, Taf. XXXVIII). Jeder Betonblock hatte eine gufseiserne Grundplatte mit abgedrehter Oberfläche. Diese Blöcke standen auf einem auf der Deckplatte einer Olsenschen Prüfmaschine liegenden kugelförmigen Lagerblocke, so dafs die Probestücke für einen unmittelbaren Zug an den Stäben genau ausgerichtet werden konnten. Das untere herausstehende Ende des Stabes war in der beweglichen Platte der Probemaschine befestigt, das obere Ende ragte 2 cm über den Betonblock hervor, während auf dem Blocke der Gleitungsmesser stand, dessen in Grade eingeteilte Schraube mit dem obern Ende des Stabes in Berührung gebracht war, und so einen elektrischen Stromkreis schlofs. Das geringste durch die angebrachte Last hervorgerufene Gleiten des Stabes im Beton unterbrach den Stromkreis und stellte so eine Glocke an, bis die Schraube niedergedreht und der Stromkreis geschlossen wurde. Hierdurch konnte die Bewegung der Stäbe unter der wachsenden Last genau gemessen werden. Zusammenstellung 1 enthält die Hauptabmessungen der verwendeten Stäbe.

Die Betonmischung war 1 Teil Atlas-Portlandzement, 2 Teile grober Sand und 4 Teile Kalksteinbrocken von 13 mm und weniger, ohne Staub. Aller verwendete Beton wurde in einem Satze gemischt. Die aus Eisenblechtafeln bestehenden Formen wurden ungefähr eine Woche vor Ausführung der Proben abgenommen. Für die Einbettungslängen von 203 und 406 mm wurden die Proben mit 25 Tage altem und für die Einbettungslängen von 305, 508 und 610 mm mit 31 Tage altem Beton ausgeführt.

Die Zusammenstellungen 2 und 3 enthalten die Haftspan-



Zusammenstellung 1.

Hauptabmessungen der verwendeten Probestäbe.

Stäbe	Gewicht kg/qcm	Durchschnitts-Flächeninhalt qcm	Durchschnitts-Umfang mm
Rund	1,911	2,44	55
Quadratisch	1,967	2,52	64
Gedreht (B)*)	2,099	2,55	64
Gedreht (R)†)	2,002	2,55	64
Thacher	1,950	2,48	—
Gewellt (N)§)	1,860	2,37	62
Gewellt (A)†*)	2,147	2,73	66

*) Buffalo Steel Company, 7,5 Drehungen auf 1 m.
†) Ransome Concrete Machinery Company, 9,2 Drehungen auf 1 m.
§) Neue Art.
†*) Alte Art.

Zusammenstellung 2.

Haftspannung in kg auf 1 qcm der Querschnittsfläche.

Einbettung	203 mm	305 mm	406 mm	508 mm	610 mm
Gleitung nicht mehr als 0,254 mm.					
Rund	646	1314	1328	1616	1743
Quadratisch	836	1708	1181	1968	2474
Gedreht (B)	892	1785	2024	2566	3114
Gedreht (R)	1363	1729	1823	2692	3558
Thacher	1778	2868	2734	2896	4015
Gewellt (N)	1673	2636	4219	4324	5238
Gewellt (A)	2052	3374	3762	4879	5554
Gleitung nicht mehr als 0,8 mm.					
Rund	646 *)	1476 *)	1392 *)	1827 *)	1863 *)
Quadratisch	977	1841 *)	1356 *)	2165 *)	2622 *)
Gedreht (B)	1012	1905	2045	2664	3283
Gedreht (R)	1785	1954	2109	2931	3755
Thacher	2376	3276	3262	3558	4015 *)
Gewellt (N)	2319	3402	4893	4809	5625 *)
Gewellt (A)	2706	4078	4507	5132 *)	5554 *)
Gleitung nicht mehr als 1,6 mm.					
Gedreht (B)	1216	2038	2052	2699	3346
Gedreht (R)	2291	2488	2495	3184	3874
Thacher	2741 †)	3530 †)	3987 †)	4098 †)	4015 *)
Gewellt (N)	2861 †)	3811	5083 †)	5097	5625 *)
Gewellt (A)	2903 †)	4134 †)	4746 †)	5132 *)	5554 *)
Gleitung nicht mehr als 2,4 mm.					
Gedreht (B)	1476	2298	2214	2805	3395
Gedreht (R)	2741	3008	3029	3607	4183
Gewellt (N)	2861 †)	3923 §)	5083 †)	5153 §)	5625 *)
Haftfestigkeit für die gedrehten Stäbe mit den entsprechenden Gleitungen.					
Gedreht (B)	3022	4008	3656	4535	4992
	8 mm	63 mm	38 mm	83 mm	32 mm
Gedreht (R)	2938	4092	4001	5695	4816
	3 mm	5 mm	5 mm	19 mm	5 mm

*) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 0,8 mm.
†) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 1,6 mm.
§) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 2,4 mm.

Zusammenstellung 3.

Haftspannung in kg für 1 qcm Einbettungsfläche.

Einbettung	203 mm	305 mm	406 mm	308 mm	610 mm	Durchschnitt
Gleitung nicht mehr als 0,254 mm.						
Rund	13,92	18,91	14,37	13,92	12,51	14,69
Quadratisch	16,30	22,21	11,53	15,32	16,09	16,31
Gedreht (B)	17,57	23,48	19,89	20,24	20,45	20,32
Gedreht (R)	26,85	22,77	17,99	21,93	23,33	22,57
Gewellt (N)	31,77	33,32	40,01	32,83	33,11	34,24
Gewellt (A)	41,76	45,77	38,32	39,73	37,62	40,64
Gleitung nicht mehr als 0,8 mm.						
Rund	13,92*)	20,32*)	15,04*)	15,74*)	13,35*)	15,68
Quadratisch	19,05	23,97*)	13,21*)	16,87*)	17,01*)	18,00
Gedreht (B)	19,89	25,09	20,17	21,02	21,51	21,51
Gedreht (R)	35,16	25,73	20,73	23,12	24,60	25,87
Gewellt (N)	44,01	42,98	46,40	36,49	35,58	41,14
Gewellt (A)	55,12	55,26	45,91	31,69	37,62	47,11
Gleitung nicht mehr als 1,6 mm.						
Gedreht (B)	23,90	26,85	20,17	21,86	22,00	22,98
Gedreht (R)	45,14	32,76	24,53	25,16	25,44	30,58
Gewellt (N)	54,49†)	48,16	48,16†)	38,67	35,58*)	45,00
Gewellt (A)	59,06†)	56,25†)	48,16†)	41,69†)	37,62*)	48,59
Gleitung nicht mehr als 2,4 mm.						
Gedreht (B)	29,17	30,22	21,79	22,14	22,28	25,10
Gedreht (R)	53,86	39,51	29,87	28,47	27,41	35,79
Gewellt (N)	54,49†)	53,43§)	48,30†)	39,09§)	35,58*)	45,42
Haftfestigkeit für die gedrehten Stäbe mit den entsprechenden Gleitungen.						
Gedreht (B)	59,48	52,73	36,00	35,86	32,76	—
	8 mm	63 mm	38 mm	83 mm	32 mm	—
Gedreht (R)	58,00	53,79	39,37	45,00	31,56	—
	3 mm	5 mm	5 mm	19 mm	5 mm	—

*) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 0,8 mm.
†) Volle Haftfestigkeit von einer Gleitung von 1,6 mm.
§) Volle Haftfestigkeit von einer Gleitung von 2,4 mm.

Zusammenstellung 4.

Haftfestigkeit bezogen auf die des vollen runden Stabes als Einheit, berechnet nach Zusammenstellung 2 für eine Gleitung von nicht mehr als 0,254 mm.

Einbettung	203 mm	305 mm	406 mm	508 mm	610 mm	Durchschnitt
Rund	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Quadratisch	1,30	1,30	0,90	1,22	1,42	1,23
Gedreht (B)	1,38	1,36	1,55	1,59	1,79	1,53
Gedreht (R)	2,11	1,32	1,38	1,67	2,04	1,70
Thacher	2,75	2,18	2,06	1,79	2,30	2,22
Gewellt (N)	2,60	2,00	3,18	2,68	3,00	2,70
Gewellt (A)	3,18	2,56	2,83	3,00	3,18	2,95

nungen in kg/qcm nach dem Stabquerschnitte und der Einbettungsfläche sowie die Gleitungen. Da der Oberflächeninhalt der Thacher-Stäbe nicht leicht ermittelt werden konnte, sind diese in Zusammenstellung 3 nicht aufgenommen.

Zusammenstellung 4 enthält die Haftfestigkeit der verschiedenen Stabarten bezogen auf die des vollen runden Stabes als Einheit, berechnet nach Zusammenstellung 2 für eine Gleitung von nicht mehr als 0,254 mm. Die Ergebnisse der Proben zeigen deutlich die gröfsere Haftfestigkeit der gewellten Stäbe. B—s.

Bahn-Oberbau.

Moorescher Schienenbohrer.

(Engineering 1907, Februar, S. 208. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 und 8, Taf. XXXVIII.

Der Mooresche Schienenbohrer ist für schwere Bohrarbeit bestimmt und gleichzeitig möglichst leicht tragbar hergestellt. Er kann, um einen Zug durchzulassen, augenblicklich abgenommen, und ebenso schnell wieder aufgesetzt werden.

Der Bohrer besteht aus zwei Hauptteilen. Der eine hat die Gestalt des Kopfes einer Bohrmaschine, der andere ist die Triebwelle und der Tisch. Der Kopf ruht auf einem Querstücke, dessen Enden auf den beiden der Arbeitstelle benachbarten Schwellen liegen. Der senkrechte Teil wird dann auf das Kopf-Gufsstück aufgesetzt, welches er umfafst, und eine grofse Klaue über die Schiene geworfen. Um die Säule in aufrechter Stellung festzuhalten, ist eine Schliefsstütze von einem ungefähr in der Mitte der Säule liegenden Punkte nach dem äufsern Ende des Kopfes geführt. Diese Stütze kann mittels einer Hakenklampe vom Kopfe unmittelbar freigemacht werden. Der Bohrer wird durch Kegelräder mittels Handkurbeln betätigt, welche so hoch liegen, dafs die Arbeiter sie ohne übermäfsiges Bücken handhaben können. Jeder Teil des abgenommenen Bohrers kann leicht von einem Manne getragen werden.

Bei der Vortriebvorrichtung ist die gewöhnliche Zahnstange durch einen in einer Führung gleitenden Haken ersetzt. Die Hauptteile der Vortriebvorrichtung sind: 1) die Vortriebmutter, in welche die Nut A (Abb. 7, Taf. XXXVIII) eingeschnitten ist, 2) ein in dieser Nut gleitender Haken und 3) ein schwingender Hebel, der den Haken beeinflufst. Der Haken ist ein rechtwinkeliges Stück von rechteckigem Querschnitte, dessen einer Schenkel in der Nut gleitet, während der andere mit dem schwingenden Hebel verbunden ist. Wird der am Ende des mit der Mutterachse gleichlaufenden Schenkels befindliche Hebel gezogen, so kantet der Haken, so dafs sich der andere, in der Nut befindliche Schenkel dreht, bis seine schräg gegenüberliegenden Kanten gegen die Seiten der Nut drücken. Beim Ziehen des Hebels wird die Mutter gedreht und der Bohrer vorgetrieben. Sobald der Hebel das Ende seines Hubes erreicht hat, wird er durch eine nahe dem Fufse des Hakens befindliche Feder in seine Grundstellung zurückgedrückt, so dafs er einen neuen Hub beginnen kann. Dem Hebel kann ein veränderlicher Hub gegeben, und hierdurch der Vortrieb zwischen 20 und 256 Spindelumdrehungen auf 1 cm Vortrieb geregelt werden. Diese Regelung wird durch den Hebel mittels einer Kammfläche bewirkt, welche längere oder kürzere Zeit in Berührung mit einer Reibungsrolle gehalten wird. Wird die Rolle lange gegen den Kamm gehalten, so nimmt der Vortrieb zu, das Umgekehrte tritt ein, wenn die beiden nur kurze Zeit in Berührung sind. Durch eine weitere Einrichtung kann der Vortrieb, falls er für einen Augenblick etwas zu grofs sein sollte, vorübergehend ausgerückt werden. Ist das Getriebe wieder eingerückt, so arbeitet der Bohrer von der Metallfläche entfernt ohne Vortrieb.

Die Einstellung des Bohrers ist sehr einfach. Nachdem der Kopf hingelegt und die Säule errichtet ist, kann der Bohrer schnell vorrücken, wenn der Hebel B so weit als möglich nach der Schiene hin liegt. Dieser macht die Klauenmutter frei, welche den selbsttätigen Vortrieb betätigt, und die Spindel kann schnell vorrücken. Liegt die Spitze hart an, und ist die Vortriebmutter nötigen Falles mit dem Fufse vom Umdrehen abgehalten worden, so wird, um die Spitze in ihre richtige Lage zu bringen, der Hebel B umgelegt, so dafs die Klaue festgehalten wird und die regelrechte Vortriebvorrichtung eingerückt ist. Um den Bohrer, wenn er beim Aufsetzen zu weit draufsen ist, oder nachdem das Loch gebohrt ist, zurückzuziehen, mufs der Klauenhebel B wieder ausgerückt, und die Kurbel rückwärts gedreht werden.

Dieser Bohrer wird auch in einer Unterschienenform hergestellt, aber die Befestigung der Überschienenform ist so einfach und wirksam und gestattet eine so schnelle Abnahme, dafs die Unterschienen-Bauart, wenn überhaupt, nur wenig Überlegenheit über die andere beanspruchen kann. B—s.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Elektrische Strafsenbahnweichen-Stellvorrichtung von Tierney und Malone.

(Engineering 1907, Februar, S. 192. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 und 6, Taf. XXXVIII.

Durch die elektrische Strafsenbahnweichen-Stellvorrichtung von Tierney und Malone wird die Umstellung der Weichen dem Führer übertragen. An jeder Seite der Weichenzunge befindet sich ein gufseiserner Kasten, dessen Deckel mit der Strafsenoberfläche bündig liegt. Jeder Kasten enthält ein wagerechtes Solenoid, dessen Kolben gegen einen Hebel stöfst. Dieser Hebel ist an einer in der Ecke des Kastens befindlichen Spindel befestigt, welche an ihrem obern Ende einen zweiten Hebel trägt; dieser stöfst gegen einen in der Zungenspitze befestigten Knopf. Durch die Erregung eines der Solenoide wird daher die Weichenzunge nach dem andern Kasten hinübergedrückt.



Soll die Abzweigung befahren werden, so mufs die Weiche umgestellt und nach der Durchfahrt in die Grundstellung zurückgestellt werden. Kurz vor und während der Durchfahrt mufs daher das eine, kurz nachher das andere Solenoid erregt werden. Ungefähr 15 m auf der Einfahrseite vor der Weiche trägt der Fahrdraht eine Stromschliefsstange, welche einige Zentimeter unter dem Drahte an drei stromdichten Haltern aufgehängt ist. Fährt der Stromabnehmer auf diese Stange auf, so geht der Linienstrom vom Punkte T durch die Sicherung F_1, den Umsteller S_1, den Reihen-Schraubendraht M_2 und zurück über den Umsteller S_2 und Sicherung F_2 nach dem Punkte C_1, so dafs von der Stromschliefsstange Strom abgenommen werden kann. Der Erdrückstrom geht durch die Triebmaschinen des Wagens, ebenso wie wenn der Strom dem Fahrdrahte unmittelbar entnommen wird. Ein Nebenschlufs-Erdstromkreis geht durch den Umsteller S_4, die Signallampe G und dann je nach der Lage der Weiche durch eine der Lampen R_2 oder R_1.

Nachdem der Wagen die Weiche durchfahren hat, fährt der Stromabnehmer auf eine zweite vom Fahrdrahte stromdicht getrennte Stromschliefsstange auf, welche aber so angeordnet ist, dafs sie während der Durchfahrt des Wagens mit dem Fahrdrahte elektrisch verbunden ist. Zu dieser Zeit geht dann aufser dem Triebmaschinenstrome des Wagens ein schwacher Strom von C_2 durch die Sicherung F_3, den Umsteller S_3 und den Schraubendraht M_1 zur Erde. Dieser bringt die Weiche in ihre Grundstellung zurück, schaltet die Lampe R_2 aus und die Lampe R_1 wieder ein. Diese beiden Lampen zeigen rot, die mittlere, bei jeder Stellung der Weiche leuchtende grün. Die Lampen geben dem Führer bei Dunkelheit die Stellung der Weiche an, ihr völliges Erlöschen meldet ihm, dafs die Weiche nicht fest anliegt. Die Lampen sind an einem geeigneten Leitungspfahle befestigt, unter ihnen der Kasten für die Weichen und Sicherungen.

Liegt die Weiche richtig für die Fahrt, so stellt der Führer für die Fahrt des Wagens unter der ersten Stromschliefsstange seinen Regler um, während bei der Fahrt unter der zweiten Stromschliefsstange die Stellung des Reglers beliebig ist. Das Oberleitungsherzstück kann mit der Weiche elektrisch oder mechanisch verbunden werden, so dafs es selbsttätig arbeitet.

Da die Zunge in beiden Richtungen sicher bewegt wird, und weder zum Umstellen noch zum Zurückstellen Federn verwendet werden, wird ein Versagen des Stromes ihre Stellung nicht beeinflussen. Neben dieser Stellvorrichtung kann zum Stellen der Weiche auch noch eine Weichenstange angebracht werden. Die Vorrichtung ist anwendbar für alle Arten der Stromzuführung mit Oberleitung oder Oberflächen-Stromabnahme.

B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

3/5 gekuppelte 1. C. 1 - Güterzug-Lokomotive mit vorderer und hinterer Laufachse der Nord-Pacific-Bahn.

(Engineer, 2. November 1906, S. 446. Mit Abb. und Tafel.)

Zwanzig Lokomotiven dieser schweren Prairie-Bauart, von den »Amerikanischen Lokomotiv-Werken« erbaut, sind kürzlich in den Dienst der Nord-Pacific-Bahn gestellt worden und haben nach der Ansicht des Verfassers höchst zufrieden stellende Ergebnisse erzielt.

Eine Zusammenstellung gibt die Hauptabmessungen:

Zylinderdurchmesser	533,4 mm
Kolbenhub	711,2 »
Zugkraft	15,1 t
Dienstgewicht	95,1 »
Reibungsgewicht	69,0 »
Heizfläche der Rohre	196,8 qm
» im ganzen	214,3 »
Rostfläche	4,05 qm
Zahl der Rohre	300
Länge der Rohre	4,041 m
Äufserer Durchmesser der Rohre	50,8 mm
Durchmesser der Triebräder	1600 »

Pf.

3/5 gekuppelte 2. C. 0 - Güterzug-Lokomotive mit vorderm zweiachsigem Drehgestelle der Schottischen Bahnen.

(Engineer, 16. November 1906, S. 508. Mit Abb.)

Der Aufsatz gibt eine kurze Beschreibung unter Angabe der Hauptabmessungen. Die Bauart ist für schwere und schnelle Güterzüge entworfen und mit Luftdruckbremse ausgerüstet.

Zylinderdurchmesser	483 mm
Kolbenhub	661 »
Triebrad-Durchmesser	1067 »
Zahl der Heizrohre	242
Äufserer Durchmesser der Rohre	50,8 mm
Länge der Rohre	4130 »
Heizfläche im ganzen	187,7 qm
Rostfläche	1,95 »
Kesseldruck	12,3 at
Dienstgewicht	61370 kg

Pf.

3/5 gekuppelte 2. C. 0 - Vierzylinder-Verbundlokomotive für die Chicago und Ost-Illinois-Bahn.

(Engineering, 21. Sept. 1906, Seite 385. Mit Abb.)

Die Lokomotive ist von Vauclain in den Baldwin-Werken für Eilgüterzugdienst gebaut. Die vier Zylinder liegen in einer Ebene unter der Rauchkammer. Die beiden innen liegenden Hochdruckzylinder arbeiten auf die erste Triebachse, die aufsen liegenden Niederdruckzylinder mittels verlängerter Kolbenstange auf die Mittelachse. Diese Achse trägt die zweiwinkligen Scheiben für die Stephenson-Steuerung, die die beiden Kolbenschieber bewegt, von denen jeder gleichzeitig einen Hoch- und einen Niederdruck-Zylinder bedient. Die in der Mittelebene zusammengeschraubten beiden Zylindergufs-

stücke und der mit seiner breiten Feuerbüchse über den Barrenrahmen hinausreichende, hoch liegende Kessel sind mit ihren Einzelheiten dargestellt.

Zwischen dieser Verbundlokomotive und einer Zwillingslokomotive mit Flachschiebern, deren Hauptabmessungen weiter unten zusammengestellt sind, wurden im gewöhnlichen Dienst auf einer 260 km langen Strecke Vergleichsfahrten mit Zügen von 1000 bis 1500 t Gewicht und einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 32 km/St. ausgeführt. Das Ergebnis ist unter Beachtung aller verschiedenartigen äufseren Einflüsse, dafs die Verbundlokomotive bei gleicher Verdampfung etwa 15 % weniger Wasser und Kohle verbraucht hat.

Die Hauptabmessungen der Vergleichslokomotiven sind folgende:

	Verbund	Zwilling
Zylinderdurchmesser d 2 je . .	394 mm	2 je 559 mm
» d_1 2 je . .	661 »	
Kolbenhub h	661 »	661 »
Triebraddurchmesser D . . .	1554 mm	1600 mm
Kesselüberdruck p	16 at	13 at
Feuerbüchse, Länge	2584 mm	2438 mm
» Weite	1675 »	1710 »
Heizrohre, Anzahl	278	328
» Durchmesser . . .	57,2 mm	50,8 mm
» Länge	5500 »	4330 »
Heizfläche der Feuerbüchse . .	14,95 qm	15,1 qm
» » Rohre	273,0 »	225,0 »
» im Ganzen H . . .	287,95 »	240,1 »
Rostfläche R	4,35 »	4,17 »
Reibungsgewicht L_1	66 t	64,4 t
Gewicht der Lokomotive L . .	87 t	84,5 t
» des Tenders	55 t	65,5 t
Wasservorrat	23 cbm	27 cbm
Kohlenvorrat	10 t	11 t

D—r.

Signalwesen.

Verbesserung der Fernsprecher.

(Wochenschrift für deutsche Bahnmeister 1907, Nr. 19, 12. Mai, S. 282.)

Die Streckenfernsprecher, welche dazu dienen, bei Unfällen und Betriebstörungen Hülfe herbeizurufen, sind in den Wärterbuden oder, wo diese in zu grofsen Abständen liegen, in besondern Buden untergebracht. Da die Teile des Fernsprechers an den Wänden eines mit Tür versehenen Schränkchens befestigt und aufserdem in Rücksicht auf den beschränkten Raum sehr zusammengedrängt sind, so ist ein Nachziehen der Schrauben oder eine gründliche Reinigung kaum ausführbar, auch bei den von Zeit zu Zeit am Induktor und Hakenumschalter nötig werdenden Ausbesserungen die Ausschaltung der ganzen Fernsprechvorrichtung und die Übersendung an die Telegraphen-Werkstatt nötig.

Neuerdings haben die »Deutschen Telephonwerke«, G. m. b. H. in Berlin, den Streckenfernsprecher derart eingerichtet, dafs nach Abnahme der Induktorkurbel und Umstellung eines kleinen, am obern Kastenrande angebrachten Hebels ohne Lösung von Drahtverbindungen alle im Gehäuse befindlichen Teile gemeinsam und leicht durch Ziehen an einem vorgesehenen herabklappbaren Handgriffe herausgenommen werden können, so dafs nun alle in Frage kommenden Schrauben und Teile des Läuteinduktors und der Polarisationszellen oder des neuerdings an deren Stelle tretenden Kondensators von allen Seiten zugänglich sind. Die Teile sind auf zwei rechtwinkelig zueinander stehenden Teakholzbrettern befestigt und ruhen auf einer Metallschlittenführung, die ein Verschieben durch genaue Einspannung unmöglich macht. Der Leitungsanschlufs des herausziehbaren Einsatzes an das Kasteninnere erfolgt einfach durch stark reibende Federklemmen, so dafs keinerlei Leitungsverbindungen gelöst oder wieder angeschlossen zu werden brauchen.

Als ein weiterer Vorzug der Einrichtung ist hervorzuheben, dafs nach Herausnahme des Einsatzes, ähnlich wie bei Morseapparaten, selbsttätig ein Federklemmenschlufs stattfindet, welcher die Leitung an dieser Stelle kurzschliefst, sodafs der Ruhestrom nicht unterbrochen wird.

Der Wecker bleibt im Stromkreise, also kann nach Herausnahme des Einsatzes zwecks Reinigung doch noch das Rufzeichen auf der betreffenden Station ankommen und nach raschem Wiedereinsetzen der Teile ein etwa gewünschtes Gespräch ohne Verzögerung geführt werden. Da diese Einsätze alle nach Lehre gearbeitet werden, kann Auswechselung ohne weiteres erfolgen. Bei erforderlich werdenden gröfseren Ausbesserungen braucht die ganze Einrichtung nicht mehr an die zuständige Telegraphen-Werkstätte geschickt, sondern nur der Einsatz herausgenommen und ein anderer dafür eingestellt zu werden.

Gleichzeitig ist wegen der Mifsstände, die sich bei Verwendung des bisher üblichen Mikrophons durch unsichern Stromschlufs gezeigt haben, ein anderes drehbares Mikrophon mit auswechselbarer Kohlenkugel-Sprechkapsel eingebaut, eine Veränderung, die sich ebenfalls leicht an vorhandenen Fernsprechern vornehmen läfst.

Die Blocktaste, bei der ebenfalls häufig Störungen durch Brechen der Zugfedern und des Hartgummizwischenstückes eintraten, wurde durch eine einfachere, aber verläfslichere Taste mit Druckfedern ersetzt.

Die Änderungen sind mit geringem Kostenaufwande zu bewirken. —k.

Technische Litteratur.

Triebwagen oder Lokomotive. Von C. Guillery, kgl. Eisenbahn-Bauinspektor in Cöln. Wien, 1905, Selbstverlag. Sonderabdruck aus den »Mitteilungen des Vereines für die Förderung des Lokal- und Strafsenbahnwesens«. 1905, Heft 9 bis 11.

Die Druckschrift behandelt eine der brennendsten Fragen der heutigen Eisenbahnwirtschaft und bildet so eine erwünschte Bereicherung der eisenbahntechnischen Bücherei. Insbesondere bringt sie eine Darstellung der Entwickelung und des heutigen Standes des Triebwagenbaues mit vielen tatsächlichen Angaben und Quellenangaben, sodafs sie sich beim Einarbeiten in dieses Gebiet fruchtbar erweisen wird.

Technische Abhandlungen aus Wissenschaft und Praxis. Herausgegeben von Siegfried Herzog, Ingenieur. Zürich, 1905, A. Ranstein. Viertes Heft. Leitfaden für die Abfassung von Projekten über elektrische Licht-, Kraft- und Bahnanlagen. Preis 4 M.

Das Werk gibt knappe Anweisungen über die technischen und wirtschaftlichen Verhältnisse elektrischer Anlagen, und ist durch seine Hinweise auf zweckmäfsige Ausführung und Kostenbeträge, sowie durch die Mitteilung ausführlicher Beispiele von Entwurf-Aufstellungen besonders wertvoll. Es wendet sich also vornehmlich an den ausführenden Elektrotechniker.

Étude sur les déformations des voies de chemins de fer et les moyens d'y remédier par M. G. Cuënot, ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché au controle de la compagnie P.-L.-M. Paris, Ch. Dunod, 1905. Preis 12 frs.

Das aus Text und Atlas bestehende Werk des bekannten Oberbauforschers verfolgt die verschiedenen Bewegungen des Oberbaues: die bleibende und vorübergehende Biegung der Schienen, die Läng- und Quer-Bewegungen der Schwellen, sowie deren Einsenkung und Verbiegungen, die Lage der Schienenenden an den Stöfsen bei Belastung, kurz alle wichtigen Vorgänge im Gleise, und zwar zu dem besondern Zwecke, zwei grundsätzlich verschiedene Schwellenarten: die reine Holzschwelle und die aus Walzeisen und Holz zusammengesetzte Schwelle bezüglich ihrer Leistungen unter schweren schnell fahrenden Zügen zu vergleichen. Die Eisenschwelle besteht einmal aus einem oben engen Trapezeisen, das auf die Stopflänge unter den Schienen mit genau passenden Holzblöcken gefüllt, und unten durch Hakenbügel quer zusammengehalten ist, zweitens aus zwei seitlichen [-Eisen mit schmalen Flanschen, oberen und unteren Hakenbügeln, wagerechten Durchschrauben und rechteckiger Holzfüllung auf Stopflänge; letztere Schwellenform von Michel kann aus Handelseisen gebildet werden.

Die Schilderung der Versuche, der verwendeten Krafterzeugung und der Mefswerkzeuge ist an sich höchst beachtenswert. Das Ergebnis besteht in der Feststellung, dafs die zusammengesetzte Schwelle namentlich bezüglich der Schwellenverbiegung, der Schienenbefestigung und der Stofslage der hölzernen sehr weit überlegen sei.

Das Werk gibt reiche Anregung in verschiedenen Beziehungen und scheint auch Mittel zur Gewinnung eines Gleises für Schnellverkehr zu bieten. Der Verfasser spricht den Wunsch aus, dafs zur Durchforschung der behandelten Fragen auch an anderen Stellen führen möge, ein Wunsch, dem wir uns anschliefsen, und wegen dessen wir das Lesen des Buches gern gefördert sehen.

Theorie der Verbundbauten in Eisenbeton und ihre Anwendung von G. Barkhausen, Professor, Geheimem Regierungsrate in Hannover. Wiesbaden, C. W. Kreidels Verlag, 1907. Preis 2,0 M.

Mit der vorliegenden Arbeit steht der durch seine theoretischen Untersuchungen auf dem Gebiete des Eisenbetons*) bekannte Verfasser auf dem Boden der »ministeriellen Bestimmungen« hinsichtlich der zu Grunde gelegten Voraussetzungen. Zugspannungen sind somit dem Beton nicht zugemutet, eine Annahme, der sich allmälig fast alle Theoretiker angeschlossen haben. Zum ersten Male wird in der Arbeit der Versuch gemacht, die Grundgleichungen des durch Biegungsmomente und Längskräfte beanspruchten Balkens mit einfachen und doppelten Eiseneinlagen systematisch für die folgenden drei Fälle zu entwickeln: 1) für gegebene äufsere Belastungen sollen die Abmessungen des Verbundkörpers bestimmt werden: Entwürfe; 2) die bei gegebenen Belastungen und Abmessungen eintretenden Spannungen sollen berechnet werden: Entwurfsnachprüfungen; 3) die Belastung soll ermittelt werden, die ein gegebener Verbundkörper bei bestimmten Spannungen ertragen kann: Bestimmung der Tragfähigkeit oder der Bruchlast. Zur Vereinfachung der Grundgleichungen sind hinsichtlich der Druckeinlage bestimmte Annahmen gemacht, und zwar ist diese entweder als von vornherein gegeben, oder gleich der Zugeinlage eingeführt. Letztere Annahme trifft im Allgemeinen bei Eisenbetongewölben stets zu, während die erstere für den Balken mit oberer und unterer Einlage in den wenigsten Fällen vorliegen dürfte. Aus den allgemeinen Grundgleichungen werden die Sonderfälle: Längskraft und obere Eiseneinlage jede für sich, oder beide zugleich = 0 in einfacher Weise gewonnen. Die Schub- und Haft-Spannungen, diejenigen Eigenschaften des Eisenbetons, welche noch am meisten der Klärung durch Versuche bedürfen, sind sehr eingehend untersucht, auch sind für die Durchbiegungen neue brauchbare Gleichungen entwickelt. Der Arbeit, einem Sonderabdruck aus dem »Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens«, wurde ein Abschnitt über Ersatzhaftkräfte neu hinzugefügt. Dadurch, dafs dem Werke auch eine Reihe wichtiger, insbesondere für das Eisenbahnwesen bedeutungsvoller Zahlenbeispiele beigegeben ist, wird es dem Theoretiker wie dem Praktiker sehr gute Dienste leisten.

Dr.-Ing. Ph. Völker.

*) Zeitschr. f. Architektur u. Ingenieurwesen 1901; Deutsche Bauzeitung 1905.

Die dynamoelektrischen Maschinen. Ein Handbuch für Studierende der Elektrotechnik. Von Silvanus P. Thompson, Direktor und Professor der Physik an der Technischen Hochschule der Stadt und Gilden von London. Siebente, vollständig umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Übersetzt von K. Strecker und F. Vesper. Heft 1. Halle a/S., 1906, W. Knapp. Preis 2,0 M.

Das Werk ist ein weltbekanntes und bedarf keiner besondern Hervorhebung. Mit Genugtuung begrüfsen wir die Gelegenheit der Ausgabe der 7. Auflage, die dem Verfasser die Mitteilung seiner neuesten Erfahrungen und Forschungen ermöglicht, die namentlich auch in vollständigen Berechnungsbeispielen von verschiedenen Maschinenarten niedergelegt sind.

Die Auflage erscheint in 12 Heften des ersten und 10 Heften des zweiten Bandes, von denen jetzt das erste vorliegt. Wir geben der Hoffnung Ausdruck, dafs auch diese deutsche Übersetzung recht bald vollständig erscheinen wird.

Allgemeine Eisenbahnkunde für Studium und Praxis. Zwei Teile, von L. Troske, Professor an der technischen Hochschule Hannover. Leipzig 1907, O. Spamer. I. Teil Anlage und Bau, 3,5 M. II. Teil Ausrüstung und Betrieb, 8,50 M.

Der Verfasser hat sich eine schwierig zu lösende Aufgabe gestellt. Es ist heute bereits sehr schwierig, ein umfassendes Werk über das ganze Eisenbahnwesen für Bau-, Maschinen- und Betriebs-Techniker zu schreiben, auch wenn ein beliebiger Raum dafür zur Verfügung steht, da zum Umfassen des ganzen Gebietes eine aufsergewöhnliche Vielseitigkeit und Erfahrung des Verfassers gehört. Hier kam nun auch noch die Erschwerung durch Raumbeschränkung in weit gehendem Mafse zur Geltung, denn wenn das Werk in seiner Absicht Erfolg haben wollte, auch den das Eisenbahnwesen verfolgenden Laienkreisen und im Anschlusse an die Vorlesungen des Verfassers den Studierenden zu dienen, so mufste es knapp in der Haltung bleiben.

Dafs diese Schwierigkeit sich tatsächlich fühlbar gemacht hat, geht aus der Haltung verschiedener, schon vorliegender Besprechungen hervor, die je nach der fachlichen Stellung des Verfassers weitern Ausbau bald nach der einen, bald nach der andern Richtung wünschen, oder die Behandlung beispielsweise aufgeführter Einzelheiten bemängeln, deren erschöpfende Beurteilung nur in umfangreichen Sonderwerken, nicht aber in einer geschichtlichen Darstellung des ganzen Eisenbahnwesens möglich ist. Mit Bezug auf diese Bemängelungen mag noch bemerkt werden, dafs manche mit der Technik des Eisenbahnwesens in loserm Zusammenhange stehende Gegenstände der Aufnahme in eine Erweiterung des Werkes in wirtschaftlicher Beziehung vorbehalten sind, wie aus der Inhaltsangabe der buchhändlerischen Anzeige folgt. So ist es zu erklären, dafs manche mit der Wirtschaft der Eisenbahnen unmittelbar in Verbindung stehende Gegenstände, wie Zugbelastung, Zugbildung, Fahrplanaufstellung, Strecken- und Betriebs-Dienst, Tarife und Abfertigung hier noch nicht behandelt sind.

Befreit man sich nun von der mehr oder weniger einseitigen Stellungnahme dieser Besprechungen, berücksichtigt man vielmehr, dafs die Zeichnung eines auf der geschichtlichen Entwickelung beruhenden Bildes der Technik des ganzen Eisenbahnwesens beabsichtigt ist, das zugleich den Laien und den Technikern verschiedener Richtung dienen soll, so kann man unseres Erachtens nur feststellen, dafs die Lösung der so umschriebenen Aufgabe durch umfassende Sachkunde und Geschick in knapper, doch anregender Darstellung geeignet erscheint, als voller Erfolg bezeichnet werden zu können. Dafs für die einzelnen Sondergebiete in dem vorgezeichneten Rahmen keine erschöpfende Sammlung aller Einzellösungen geboten werden konnte, dafs also zum Zwecke tatsächlicher Festsetzung von Einzelheiten für Ausführungen Sonderbearbeitungen herangezogen werden müssen, ist so selbstverständlich, dafs wir diesen Umstand hier nur gegenüber solchen Besprechungen betonen, die uns das Wesen des Werkes nicht ganz richtig aufgefafst zu haben scheinen, und da Lücken finden, wo es sich in der Tat nur um notwendige und zweckmäfsige Beschränkung handelt.

Wir sind der Ansicht, dafs es in der Tat hier noch einmal gelungen ist, ein umfassendes Bild der Eisenbahntechnik zu schaffen, das dem Laien und Studierenden zugänglich, doch auch den Technikern verschiedener Richtungen durch die Wiedergabe einer abgeklärten Übersicht nützlich ist, während die erschöpfenden Bearbeitungen von Einzellösungen mehr und mehr in nur für den Sonderfachmann bestimmte Einzelschriften zerfallen, den geschichtlichen Boden verlassend und den Zusammenhang mit den Nachbarfächern aufgebend.

Wer das Werk so seinem ausgesprochenen Zwecke entsprechend auffafst, der wird darin Genüge durch Klärung des Überblickes und vielfache Anregung zu Sonderstudien finden, und so können wir das Werk den Lesern verschiedenster Richtung zu eingehender Kenntnisnahme empfehlen.

Das Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlufsbahnen vom 28. Juli 1892, erläutert von W. Gleim, Wirklichem Geheimem Ober-Regierungsrate, vortragendem Rate im Ministerium der öffentlichen Arbeiten z. D. Vierte, neu bearbeitete und vermehrte Auflage. Berlin 1907, F. Vahlen. Preis 9,0 M.

Die Bahnnetze, die als solche untergeordneter Bedeutung bezeichnet werden, haben sich schnell zu solchen sehr hoher wirtschaftlicher Bedeutung aufgeschwungen und wachsen an räumlicher Ausdehnung und Wichtigkeit für die Volkswirtschaft von Tag zu Tage. Die rasche Mehrung der an diesen Zubringern des grofsen und Bahnbrechern des kleinsten Verkehres Beteiligten prägt sich auch in dem raschen Wiedererscheinen des vorliegenden Werkes aus, das den Bedürfnissen dieser Kreise dauernd auf das beste gerecht wird, und einen wirksamen Berater des Eisenbahnfachmannes, des Wirtschaftslehrers und der vom Verkehre abhängigen Gemeinden und Geschäftstreibenden zu bilden im stande ist. So ist denn auch die vierte Neuausgabe als ein das Verkehrswesen förderndes Ereignis auf dem Büchermarkte bekannt zu geben.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. | 9. Heft. 1907.

Die zweigleisige Eisenbahn-Drehbrücke über die Hunte bei Oldenburg.

Von Baurat **Schmitt**, Oldenburg.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 10 auf Tafel XLI.

Gelegentlich des Ausbaues des zweiten Gleises der Strecke Oldenburg—Bremen ist auf Bahnhof Oldenburg eine neue zweigleisige Drehbrücke von etwa 60 m Länge zur Ausführung gekommen, die sich in der Anordnung und den Vorrichtungen zum Öffnen und Schliefsen von den bei gröfseren Drehbrücken sonst üblichen Lösungen wesentlich unterscheidet und daher die Beachtung des Leserkreises dieser Zeitschrift verdienen dürfte.

Die neue Drehbrücke bildet den Ersatz für zwei nebeneinander liegende, eingleisige, aus den Jahren 1865 und 1875 stammende Brücken, von denen erstere in der Linie Oldenburg—Bremen, letztere in der Linie Oldenburg—Osnabrück lag (Abb. 3, Taf. XLI). Beide Brücken hatten am westlichen Ufer je eine ungleicharmige Drehbrücke von 20 und 23 m Länge, von denen sich die eine stromabwärts, die andere stromaufwärts öffnen liefs; im übrigen waren beide Brücken fest.

Die freien Durchfahrtsöffnungen der alten Drehbrücken hatten sich im Laufe der Zeit als unzureichend herausgestellt; die Unterkante der Überbauten lag aufserdem so tief, dafs es bei höheren Wasserständen auch kleineren Fahrzeugen nicht möglich war, unter den geschlossenen Brücken zu verkehren, so dafs die Brücken unnötig oft zum Durchlassen der Schiffe bedient werden mufsten. Ferner war es erwünscht, bei Gelegenheit des Brückenumbaues statt einer zwei Durchfahrten für die Schiffahrt zu gewinnen. Die Umstände endlich, dafs der Eisenbahnverkehr der beiden Strecken hier eine in starker Entwickelung begriffene Schiffahrtstrafse schneidet, und dafs aufserdem noch ein erheblicher Teil des Verschiebeverkehres des Bahnhofes Oldenburg über die Brücke hinweggeht, bedingten die Forderung, dafs das Öffnen, Abdrehen und Schliefsen der Brücke in möglichst kurzer Zeit erfolgen soll.

Zur Beseitigung der hervorgetretenen Mängel ergaben sich hieraus für die Aufstellung des Entwurfes folgende Hauptforderungen:

1. zwei Durchfahrten von mindestens je 16,00 m Weite,
2. lichte Höhe zwischen Brückenunterkante und gewöhnlichem Niedrigwasser mindestens 3,50 m,
3. Bauhöhe höchstens 0,90 m,
4. Zeitdauer für das Öffnen und Abdrehen oder Zudrehen und Schliefsen höchstens je 2 bis 3 Minuten.

Da die Strecke Oldenburg—Osnabrück in absehbarer Zeit voraussichtlich nicht zweigleisig ausgebaut werden wird, entschlofs man sich, diese Linie schon vor der Brücke in das südliche Gleis der Bremer Strecke einzuführen, und sich mit nur einer zweigleisigen Brücke für beide Strecken zu begnügen. Die Lage dieser ist aber so gewählt, dafs daneben noch eine besondere zweigleisige Brücke für die Strecke nach Osnabrück ohne wesentliche Einschränkung der Schiffahrtstrafse ausgeführt werden kann, wenn sich hierzu im Laufe der Zeit ein Bedürfnis herausstellen sollte.

Die Brücke ist zu ihren beiden Hauptachsen vollständig symmetrisch, obgleich die Bahn den Strom in ziemlich schräger Richtung schneidet. Trotz der verhältnismäfsig geringen Bauhöhe sind nur zwei Hauptträger gewählt, die im Mittel 9,00 m von einander entfernt sind; die Querträger sind infolge dessen verhältnismäfsig schwer ausgefallen. Die beiden Hauptträger sind einfache Fachwerke mit wagerechtem Untergurt und nach der Brückenmitte parobolisch schwach ansteigendem Obergurt, steifen Pfosten und nach den Brückenenden zu fallenden, steifen Schrägen. An den Brückenenden ist der Obergurt nach den Auflagern heruntergeführt, so dafs die lotrechten Steifrahmen am zweiten und vorletzten Knotenpunkte liegen. Aufserhalb der Hauptträger ist je ein Fufssteg ausgekragt (Abb. 1 und 2, Taf. XLI und Textabb. 1 und 2).

Der Zeit- und Arbeits-Aufwand, den die Bedienung einer Drehbrücke erfordert, hängt von den Einrichtungen zum Öffnen, Schliessen und denen zum Drehen der Brücke ab. Letzteres kann mit gröfserer oder kleinerer Geschwindigkeit und dementsprechend geringerem oder gröfserem Zeitaufwand erfolgen; mit Rücksicht auf

Abb. 1.

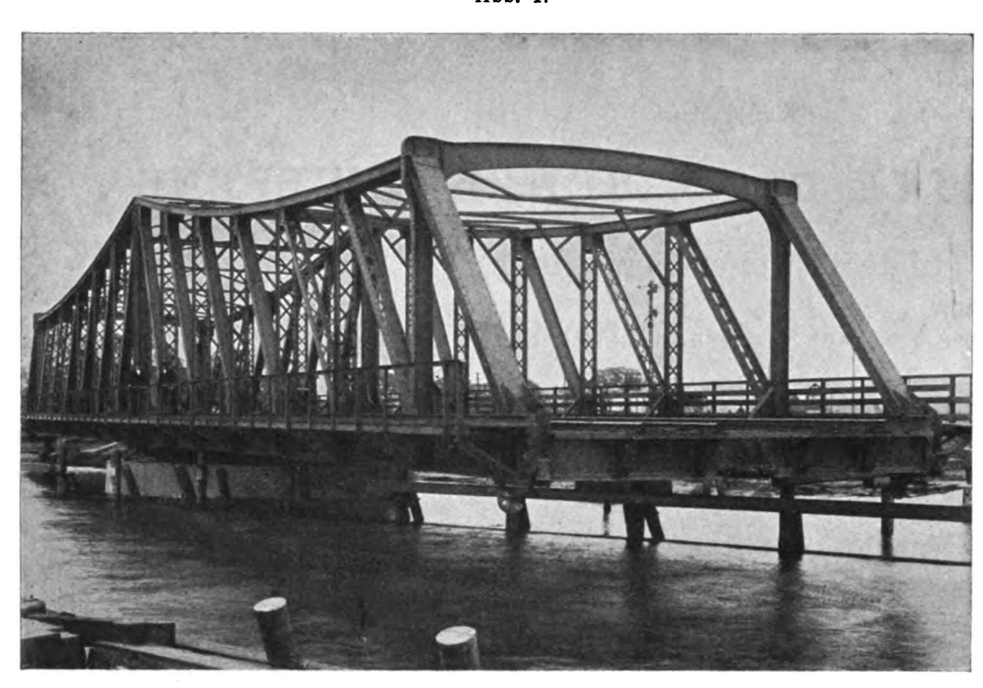
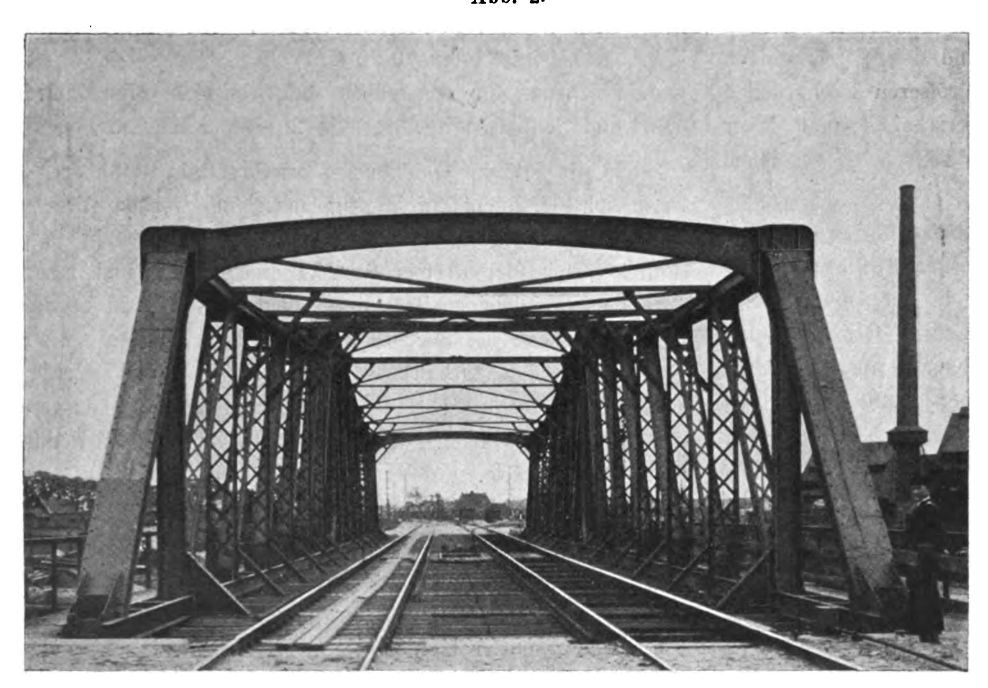


Abb. 2.



die zu beschleunigenden Massen und den geringen Weg läſst sich die Geschwindigkeit indes nicht über ein gewisses Maſs hinaus steigern, so daſs sich in Fällen wie dem vorliegenden die Zeit zum Abdrehen nicht wesentlich unter 1 Minute abkürzen läſst. Soll die Bedienungszeit im ganzen noch weiter abgekürzt werden, so bleibt also nur die Möglichkeit, die für das Öffnen und Schlieſsen erforderliche Zeit noch weiter einzuschränken.

Abgesehen von den Brücken mit Preſswasser-Hebe- und Senkvorrichtungen erfolgt die Überführung aus dem geschlossenen, betriebsfähigen Zustande in den schwebenden bei gröſseren Brücken in der Regel in der Weise, daſs die Brückenenden zunächst um die ganze Durchbiegung aus Eigengewicht gesenkt werden; dabei setzt sich die Brücke meist erst auf den Königstuhl und kippt dann im weitern Verlaufe auf diesem, bis sie sich auf besondere Laufräder setzt, und auf diesen und dem Königstuhle ruhend ausgedreht werden kann. Umgekehrt ist der Vorgang beim Schlieſsen. Das Senken, Kippen und Wiederanheben der Brücke erfordert je nach der Bauart einen beträchtlichen Zeitaufwand, das Anheben der Brückenenden auſserdem auch eine erhebliche Arbeitsleistung, da der dabei zu überwindende Druck von Null bis zur vollen Gröſse des Auflagerdruckes aus Eigengewicht anwächst, und dieser unter Umständen, nach etwaiger Senkung der Mittelstütze, noch um ein Beträchtliches vermehrt sein kann.

Dieser Zeit- und Arbeits-Aufwand wäre also zu vermeiden, wenn die Einrichtungen zum Öffnen und Schlieſsen der Brücke so getroffen würden, daſs das Senken, Kippen und Wiederanheben nicht erforderlich wären. Um das zu erreichen, müſste die Brücke in geschlossenem wie in geöffnetem Zustande vollständig durchgebogen und die Höhenlage der Endauflager zur Mittelstütze so gewählt sein, daſs sie eben keine Auflagerdrücke aus Eigengewicht aufzunehmen haben. Auf der Mittelstütze müſste die Brücke auſserdem so gelagert und geführt sein, daſs sie beim Abdrehen dieselbe Lage zur Wagerechten beibehält, wie in geschlossenem Zustande. In statischer Beziehung entspräche eine solche Anordnung einem über zwei Öffnungen durchgehenden Träger, bei dem die Endauflagerdrücke durch Überhöhen der Mittelstütze gerade zum Verschwinden gebracht sind.

Dem groſsen Vorteile dieser Anordnung, der in der Ersparung an Zeit- und Arbeits-Aufwand liegt, steht der Nachteil gegenüber, daſs infolge der Überhöhung der Mittelstütze die dort auftretenden Biegungsmomente stark anwachsen, und daher in der Regel einen Mehraufwand an Eisen im mittlern Teile der Hauptträger zur Folge haben werden. Dieser Nachteil ist indes nicht allzu hoch anzuschlagen, da gleichzeitig die gröſsten Momente nach den Enden zu durch die Überhöhung der Mittelstütze vermindert werden, so daſs es sich im wesentlichen nur um eine andere Stoffverteilung handelt, bei der mehr Eisen in die Nähe der Mittelstütze zu liegen kommt, was für

die Standsicherheit des ganzen Bauwerkes nur erwünscht sein kann.

Aufserdem entsteht bei der erwähnten Anordnung die Schwierigkeit, dafs an den Endauflagern infolge der Überhöhung der Mittelstütze bei Belastung der abliegenden Öffnung negative Auflagerdrücke auftreten. Die Endauflager müssen daher so eingerichtet werden, dafs sie auch als Verankerung wirken, da sonst die Brückenenden unter der Einwirkung der Verkehrslasten sich abheben und aufschlagen würden. Die Endauflager müssen ferner so eingerichtet sein, dafs die geschlossene Brücke etwaige Formänderungen aus Wärmeschwankungen frei ausführen kann, ohne dafs dadurch nachteilige Spannungen in der Verschlufsvorrichtung auftreten.

Nach diesen Erwägungen ist der Entwurf der neuen Brücke aufgestellt und insbesondere der Versuch gemacht worden, den Zeit- und Arbeitsaufwand für das Öffnen und Schliefsen auf das Äufserste einzuschränken.

Dabei ergab sich alsbald, dafs sich der vorstehend beschriebene Grundgedanke: Aufhebung der Endauflagerdrücke durch Überhöhung der Mittelstütze, tatsächlich nicht vollständig durchführen läfst, da beim Öffnen und Schliefsen der Brücke an den Endauflagern Schwierigkeiten entstehen müfsten, wenn die Brücke infolge von ungleicher Erwärmung der einzelnen Teile, einseitiger Belastung durch Winddruck oder zufällige Lasten ihre Form geändert haben sollte.

Aus diesem Grunde ist im vorliegendem Falle die Mittelstütze nur soviel überhöht worden, dafs noch ein gewisser Auflagerdruck aus Eigengewicht an den Endauflagern übrig blieb, und die Brückenenden sich beim Freimachen soviel senken, dafs sie auch unter den erwähnten Umständen von selbst von den Auflagerteilen frei kommen und mit ausreichendem Spiele unter den an den Widerlagern festsitzenden Teilen hinweggleiten können. Für diese Senkung der Brückenenden wurde ein Mafs von 12 mm als ausreichend angenommen, entsprechend einem Endauflagerdrucke aus Eigengewicht von $+6{,}50$ t. Daneben war noch auf die Senkung Rücksicht zu nehmen, die eintritt, wenn der Obergurt der Brücke zufällig stärker erwärmt wird als die übrigen Brückenteile. Für einen Wärmeunterschied von 10° C wurde diese Senkung zu 7,4 mm ermittelt. Bei dem Entwerfen der Endauflager war also im ganzen mit einer Senkung von 19,4 oder rund 20 mm zu rechnen.

Die oben aufgestellten Anforderungen an die Endauflager sind durch die in Abb. 5 und 6, Taf. XLI und Textabb. 3 und 4 dargestellte Anordnung in durchaus befriedigender Weise erfüllt. Zur Aufnahme der positiven und negativen Auflagerdrücke dienen besondere Lager. Erstere bestehen aus kräftigen Schraubenstempeln, die unmittelbar unter den vier Hauptträgerenden sitzen und, von der Brückenmitte aus angetrieben, gehoben und gesenkt werden können. Bei geschlossener Brücke ruhen diese Stempel auf Walzenlagern, die durch je zwei seitlich angebrachte Plattenfedern immer wieder in die mittlere Stellung gebracht werden, sobald die Lager unbelastet sind. Anderseits können diese Walzenlager Längenänderungen der geschlossenen Brücke ohne weiteres mitmachen. Zur Aufnahme der negativen Auflagerdrücke dienen besondere Pendellager, die ebenfalls an den vier Enden der Hauptträger angebracht sind und sich von unten gegen kräftige, aus dem Widerlager vorspringende und damit fest verankerte Nasen stützen. Auch diese Pendellager können den Längenänderungen der geschlossenen Brücke bei Wärmeschwankungen frei folgen.

Soll die Brücke geschlossen werden, so werden die vier Schraubenstempel durch Drehen der Schrauben gesenkt. Dabei setzen sich die Stempel zunächst mit ihren Grundplatten auf die Walzenlager. Werden die Schrauben dann weiter gedreht, so müssen sich die Brückenenden heben und zwar so lange, bis die Pendellager sich gegen die vorspringenden Nasen der Widerlager legen. Die Brücke ist dann geschlossen und kann

Abb. 3.

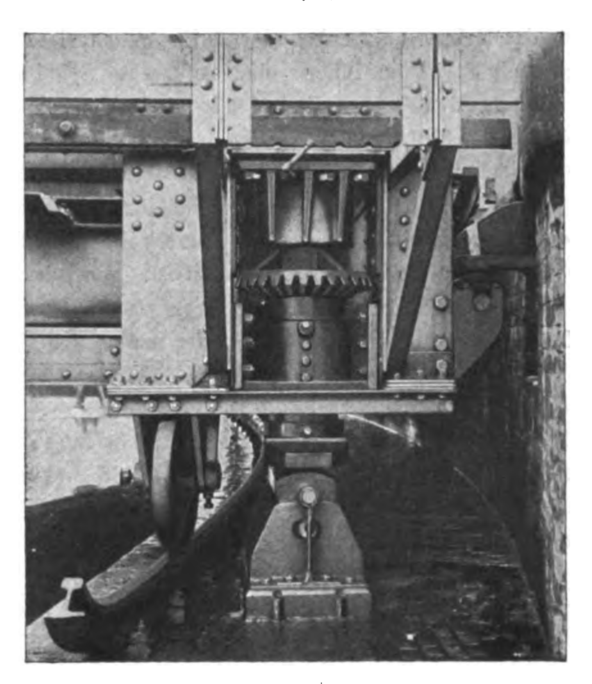
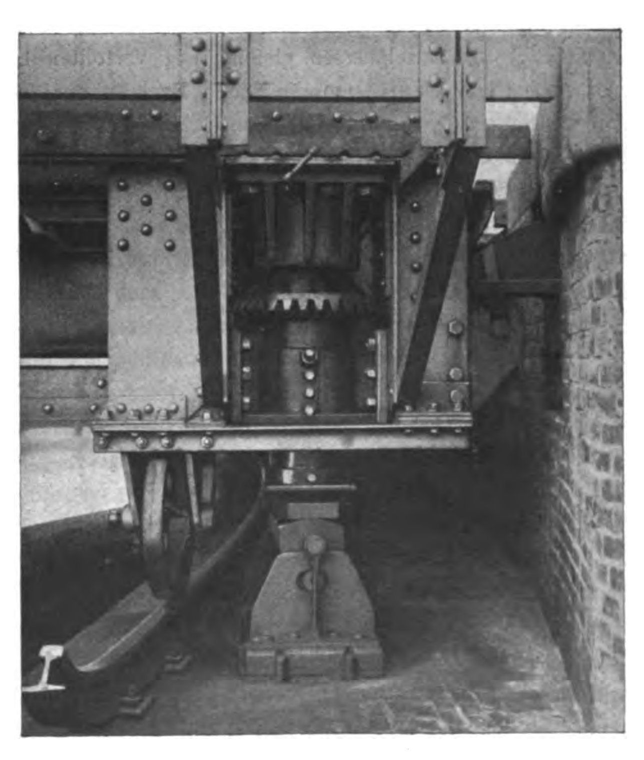


Abb. 4.



befahren werden, da positive und negative Auflagerdrücke auf die Widerlager übertragen werden. Umgekehrt ist der Vorgang beim Öffnen. Die Stempel werden gehoben, dann werden nacheinander erst die Pendellager und dann die Walzenlager frei.

Diese in den Abb. 9 und 10, Taf. XLI angedeutete Anordnung ist möglichst einfach, und hat sich im Betriebe seit zwei Jahren in jeder Beziehung bewährt.

Die Lichtbilder eines Auflagers bei geschlossener und bei offener Brücke (Textabb. 3 und 4) lassen erkennen, welche geringen Bewegungen der Stempel nur erforderlich sind, um die immerhin ansehnliche Brücke von rund 60 m Länge und etwa 250 t Eigengewicht fertig zu öffnen und zu schliefsen.

Um das Heben und Senken der Auflagerstempel möglichst zu beschleunigen, ist im Innern eine senkrechte Spindel angebracht, die an den beiden Enden mit zwei gleichen Gegenschrauben, in der Mitte mit einem Kegelrade versehen ist, durch das die Spindel gedreht werden kann. Die obere Gegenschraube sitzt in einem mit der Brücke fest verbundenen Schraubengewinde, die untere in einer senkrecht geführten Hülse, an der die Grundplatte des Auflagerstempels befestigt ist. Wird das Kegelrad angetrieben, so dreht sich die obere Schraube in dem festen Lager, und die Spindel hebt oder senkt sich je nach der Richtung, in der der Antrieb erfolgt. Erfolgt das Drehen beispielsweise so, dafs die Schraubenspindel steigt, so zieht sie die Hülse, in der die untere Schraube sitzt, mit hoch; da die Hülse aber gleichzeitig auch durch die Drehbewegung der untern Schraube gehoben wird, so mufs sich die Hülse mit der Grundplatte mit der doppelten Geschwindigkeit heben, wie sie der Bewegung des Kegelrades entspricht. Umgekehrt ist es, wenn der Stempel durch die entgegengesetzte Bewegung gesenkt wird. (Abb. 6, Taf. XLI.)

Über der Mittelstütze ist die Führung der Brücke beim Drehen auf doppelte Weise gesichert. Die Brücke ruht ständig auf der Pfanne der Drehsäule und auf sechs über einem Laufkranze von 7,46 m Durchmesser gleichmäfsig verteilten Laufrädern. Aufserdem ist sie um die runde Drehsäule mit zwei starken Halslagern gelagert, von denen das eine eng anschliefsend am obern Ende der Drehsäule, das andere mit 3 mm Spiel etwa 1,50 m tiefer sitzt (Abb. 8, Taf. XLI).

Die Laufräder sind gegen die Brücke mit starken Plattenfedern abgestützt, die kleine Schwankungen unter einseitigen Belastungen, Unebenheiten des Laufkranzes und dergleichen ohne weiteres aufnehmen und einen sanften, stofsfreien Gang der Brücke gewährleisten. Treten gröfsere Schwankungen auf oder bricht etwa ein Laufrad, so legt sich die Brücke in den Halslagern gegen die Drehsäule und beansprucht diese auf Biegung. Die Drehsäule ist mit Rücksicht auf diese mögliche Beanspruchung berechnet; sie ist voll aus geschmiedetem Stahle hergestellt und hat bei einer zulässigen Inanspruchnahme von 1000 kg/qcm einen Durchmesser von 500 mm erhalten. In das Mauerwerk ist sie 1,60 m tief eingelassen und fest damit verankert. (Abb. 8, Taf. XLI.)

Mitten unter den Hauptträgern sind ferner noch zwei nachstellbare Kipplager angebracht, auf die die Hauptträger sich aufsetzen, sobald eine Verkehrslast auf die Brücke tritt. Die Einwirkung der Verkehrslasten wird also ohne Inanspruchnahme der Drehsäule auf das Mauerwerk des Mittelpfeilers übertragen.

Damit die Brücke beim Einschwenken in die richtige Lage zu den Endwiderlagern kommt, ist auf jedem eine Auflaufschiene angebracht, auf denen sich die Brücke mit kleinen, unter den Hauptträgerenden sitzenden Laufrädern bewegt. Die Auflaufschienen fallen an den Enden etwas ab, so dafs die ankommenden Brückenenden allmälig in die richtige Lage gehoben werden.

In ausgedrehtem Zustande ruhen die Brückenenden auf einem aus dem Lageplane (Abb. 3, Taf. XLI) ersichtlichen Pfahlgerüste, das die ausgedrehte Brücke vor Beschädigungen durch die Schiffe schützt und diesen zugleich als Leitwerk dient.

Die Antriebsvorrichtungen zum Öffnen, Schliefsen und Drehen der Brücke sind in der Mitte unter der Fahrbahn angebracht. Der Antrieb erfolgt durch elektrischen Strom, doch sind die Einrichtungen so getroffen, dafs die Brücke im Notfalle auch von Hand bedient werden kann. Von den angeordneten zwei Triebmaschinen dient eine zum Öffnen und Schliefsen, die andere zum Drehen der Brücke. Von ersterer geht eine Längswelle nach den beiden Endquerträgern, hinter denen je zwei Querwellen liegen, die durch die Längswelle angetrieben werden. Am äufsern Ende greifen diese Querwellen in die obenerwähnten Kegelräder ein, die auf den Schraubenspindeln der Auflagerstempel sitzen. Da die Brückenenden beim Öffnen nur eine ganz geringe Senkung, bis 20 mm, ausführen, kommen also keinerlei Verbiegungen in den Wellen vor, die deren Gang erschweren oder hindern könnten.

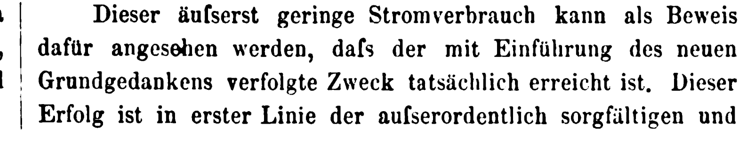
Zum Drehen der Brücke ist ein Viertel des Laufkranzes mit einer kräftigen Verzahnung versehen, in die ein Zahnradvorgelege eingreift, das von der zweiten Triebmaschine angetrieben wird.

Der elektrische Strom wird aus der Stromquelle der nahe gelegenen Hauptwerkstätte bezogen und den Triebmaschinen mittels Kabeln von einem am linken Ufer befindlichen kleinen Stellwerke aus zugeführt, in dem sich auch die Schaltvorrichtungen und die Blockeinrichtungen zur Sicherung des Eisenbahnbetriebes befinden.

Damit die Brücke in jeder Stellung gebremst oder festgehalten werden kann, ist eine mit Luftdämpfung versehene magnetische Gewichtsbremse angebracht, die auf eine Welle der Drehvorrichtung einwirkt und sich löst, sobald der Drehmaschine Strom zugeführt wird.

Über die Zeitdauer und den Stromverbrauch beim Öffnen, Drehen und Schliefsen der Brücke geben die Textabb. 5 bis 8 Auskunft; sie sind das Ergebnis zweier unter gewöhnlichen Windverhältnissen und bei starkem Westwinde aufgenommener Versuchsreihen. Unter gewöhnlichen Verhältnissen wird die Brücke in etwa 90 Sekunden für die Schiffahrt geöffnet und aufgedreht und in derselben Zeit auch wieder zugedreht und betriebsfertig geschlossen. Die Verzögerung durch starken Westwind, der hier meist in Frage kommt, beträgt etwa 25 Sekunden. Der Stromverbrauch für das einmalige Öffnen

und Drehen beträgt unter gewöhnlichen Verhältnissen etwa 0,07 K.W.St., bei starkem Westwinde etwa 0,12 K.W.St., was in vorliegendem Falle einem Kostenaufwande von 1,5 und 2,6 Pfennigen entspricht.



Dieser äufserst geringe Stromverbrauch kann als Beweis dafür angesehen werden, dafs der mit Einführung des neuen Grundgedankens verfolgte Zweck tatsächlich erreicht ist. Dieser Erfolg ist in erster Linie der aufserordentlich sorgfältigen und

Abb. 5.

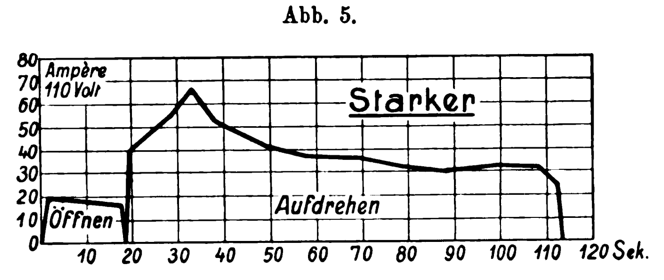


Abb. 6.

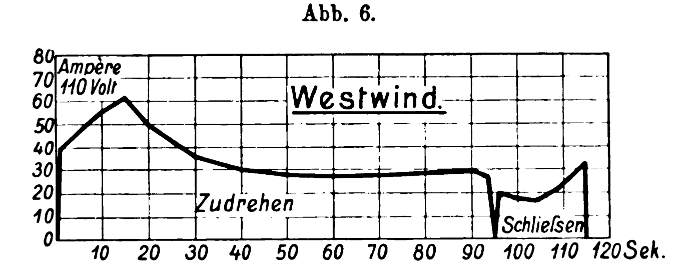


Abb. 7.

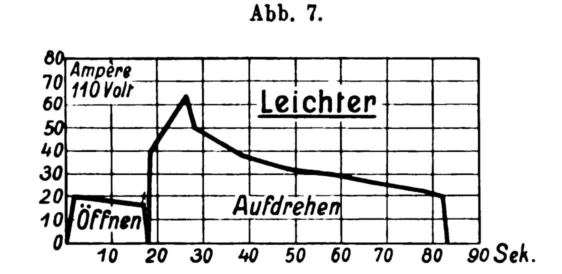
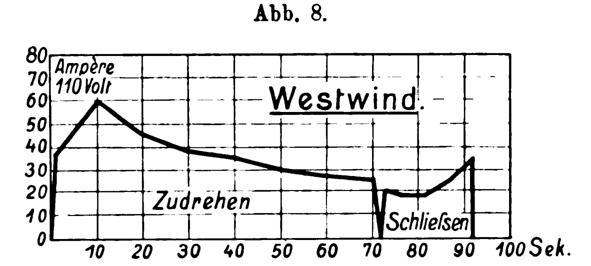


Abb. 8.



genauen Ausführung des Eisenwerkes zuzuschreiben, die neben zuverlässiger Gründung des Drehpfeilers und der Widerlager Voraussetzung für das Gelingen war.

Als ein besonderer Vorzug der gewählten Auflagerung und der Vorrichtungen zum Öffnen und Schliefsen ist noch hervorzuheben, dafs kleine Versackungen des Mauerwerkes, wie sie selbst bei gewissenhaftester Ausführung der Gründungsarbeiten nicht ganz ausgeschlossen sind, leicht unschädlich gemacht werden können. Dadurch, dafs die vier Kegelräder, welche die vier Auflager-Schraubenspindeln antreiben, abgenommen werden können, lassen sich die vier Auflagerstempel unabhängig von einander durch Drehen des auf ihren Schraubenspindeln sitzenden Kegelrades heben und senken, und dadurch in der Höhenlage bis auf Bruchteile eines Millimeters genau einstellen. Die vier Auflagerstempel können also ohne Schwierigkeit wieder zum gleichmäfsigen Tragen gebracht werden, wenn eine ungleichmäfsige Senkung der Widerlager eingetreten sein sollte, was sich sofort durch Aufschlagen des betreffendes Brückenendes bemerkbar macht, wenn die Verkehrslasten über die Brücke hinweggehen. Aufserdem sind sowohl die Pendellager an den Widerlagern, als auch die beiden Kipplager auf dem Mittelpfeiler von vornherein zum Nachstellen eingerichtet, so dafs auch an diesen Stellen dem schädlichen Einflusse etwaiger Versackungen entgegengearbeitet werden kann, eine Mafsnahme, die bei Bauwerken, deren richtiges Arbeiten durch solche Zufälligkeiten in Frage gestellt wird, nicht genug empfohlen werden kann.

Um übrigens den Einflufs genauer ermessen zu können, den die Überhöhung der Mittelstütze auf den Eisenaufwand hat, ist nachträglich die Berechnung des Hauptträgers auch noch für den Fall durchgeführt worden, dafs die Mittelstütze nicht überhöht ist. Während das theoretische Gewicht eines Hauptträgers in diesem Falle 90,7 t beträgt, ergibt sich dafür bei überhöhter Mittelstütze ein Gewicht von 90,4 t. Die oben ausgesprochene Befürchtung ist also überhaupt nicht eingetreten, und damit der Beweis erbracht, dafs der Einflufs der Überhöhung der Mittelstütze auf den Aufwand nur gering ist, unter Umständen sogar verschwindet.

Die Bauausführung war, da weder der Eisenbahnbetrieb noch die Schiffahrt dadurch gestört werden durfte, sehr erschwert; letztere ist nur während der Dauer von 14 Tagen gesperrt gewesen, während welcher der am linken Ufer zusammengebaute, kleinere Teil der Brücke an den gröfsern, in seiner endgültigen Lage aufgestellten Teil herangeschoben und mit ihm verbunden, auch die Brücke gangbar gemacht werden mufste.

Sowohl bei den Endauflagern, die teilweise auf alter Gründung stehen, wie bei dem Mittelpfeiler ist Brunnen-Gründung angewandt worden, die sich unter den vorliegenden Verhältnissen am besten bewährt hat. Der Mittelpfeiler hat länglichen Grundrifs von 6 auf 9 m erhalten und steht auf sieben Brunnen verschiedener Abmessungen (Abb. 4, Taf. XLI).

Der Überbau ist mit allem Zubehör von der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, Zweiganstalt Gustavsburg, geliefert, die auch den eingehenden Entwurf bearbeitet hat.

Die Kosten des ganzen Brückenumbaues einschliefslich der Änderungen an den davor liegenden Bahnhofsgleisen, Umlegung der Betriebsgleise und der Umgestaltung der Schiffahrtsanlagen haben rund 242000 M. betragen, von denen etwa 125000 M. auf den Eisenbau, das Lauf- und Triebwerk und die Lager entfallen.

Während zweier Jahre hat sich die Brücke in jeder Beziehung bewährt; Störungen sind bisher nicht vorgekommen.

Die elektrischen Stellwerke auf dem Bahnhofe Schwerte.

Von **Schepp**, Regierungs- und Baurat in Elberfeld.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XXIX bis XXXVI.

(Fortsetzung von Seite 129.)

Nr. 3. Beschreibung der Schaltungen.

(Abb. 9 bis 9c, Taf. XXX und Taf. XXXIII bis XXXVI.)

In Abb. 9 bis 9c, Taf. XXX sind die Stromläufe im Stellwerke I und II bei den Einfahrten von Hagen in die drei Berggleise XXVIII, XXIX und XXX dargestellt. Stellwerk II gibt die Fahrten frei und löst die Fahrstrafse nach vollendeter Einfahrt auf.

Soll eine Einfahrt in Gleis XXVIII erfolgen, so wird im Stellwerke II die Freigabetaste aus der Ruhestellung in die Stellung II 21, II 23 gebracht. Da sich die links davon dargestellte Auflösetaste in der Ruhelage II 11, II 12 befindet, so wird der Stromweg von dem 30 Volt-Speicher nach dem Fahrstrafsenschalter 6 im Stellwerke I geschlossen. Der Strom läuft dort über die Klemme 127 und, da der Fahrstrafsenschalter in der Mittelstellung ist, über 211, 213, 214, 232, 826 durch die Ankerwickelungen des Freigabemagneten D und Klemme 814, 114 über den Wecker zur Erde. Der Anker des Magneten wird angezogen und gibt den Fahrstrafsenhebel A XXVIII für die Umstellung nach links frei. Der Wecker zeigt dem Weichensteller im Stellwerke I an, dafs der Fahrstrafsenhebel umlegbar geworden ist.

Der Fahrstrafsenhebel wird nun nach rechts umgelegt, wie in Textabb. 35 angegeben ist. Dabei wird der vorbezeichnete Stromlauf bei 213, 214 (Abb. 9 bis 9c, Taf. XXX) am Fahrstrafsenschalter unterbrochen, der Anker des Freigabemagneten fällt ab und verschliefst den Fahrstrafsenschalter in gezogener Stellung. Weiter wird der Stromweg über die Klemmen 211, 212 neu geschlossen. Der Strom fliefst weiter über 824, 81, 82 und überwacht dadurch, dafs der Anker des Sperrmagneten tatsächlich abgefallen ist und den Fahrstrafsenhebel verschlossen hat. Weiter führt der Stromweg über 825, 812 im Felde 6, dann nach dem Felde 7, dem Fahrstrafsenschalter für A XXX, 825, 125 nach 112 im Felde 18 über den Überwachungsstromschliefser 311, 312 der Weichen 4/6 und den gleichen Stromschliefser der Schalter für die 6a Signale, Feld 22 und 25, und für die Weiche 11, dann über den untern Stromschliefser an der Verschlufsstange des entblockten Gleichstromfeldes A (Textabb. 36) zum Signalschalter Feld 1, Klemme 112, 825, Kuppelmagnet F, Arbeitschalter am Signalhebel 31, 32, Widerstand, Klemme 811 zur Erde. Der Kuppelmagnet zieht seinen Anker an und gibt dadurch den Signalhebel frei. Daraus ist zu ersehen, dafs der Signalhebel nur ziehbar wird, wenn das Gleichstromfeld, das unter Gemeinschaftstaste mit dem Endfelde liegt, entblockt ist.

Abb. 35.

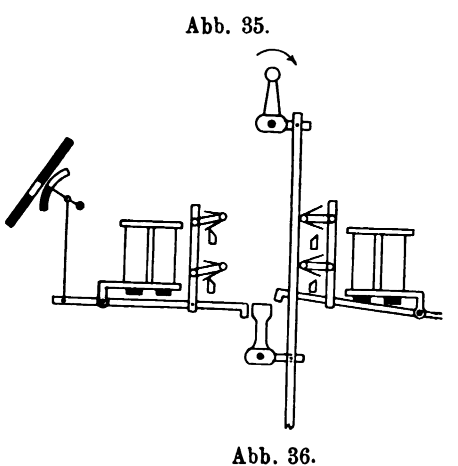
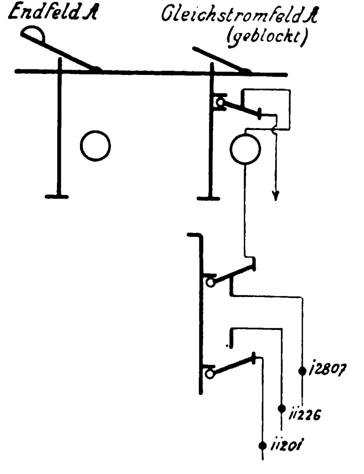


Abb. 36.



Wird der Signalhebel umgestellt, so tritt eine Stromunterbrechung am Arbeitschalter bei Klemme 31, 32 und gleichzeitig ein Stromschlufs über 31, 33, 824, 118, Widerstand, 128 ein. Von Klemme 128 gelangt der Strom durch Leitung 5 zum Signale und kuppelt dort den Signalarm. Durch das Umlegen des Signalhebels gelangt aber auch der Stellstrom in das Triebwerk des Signalantriebes. Der Signalarm wird auf »Fahrt« gestellt. Dabei wird gegen Schlufs der Stellbewegung der Stromschliefser 4, 4a am Signale geschlossen, der in Abb. 9, Taf. XXX über dem Signale angedeutet ist, wodurch der Kuppelstromweg, der bei Klemme 128 von der Signalkuppelleitung abgezweigt ist, geschlossen wird. Die Vorsignalscheibe wird mit ihrem Antriebe gekuppelt. Der Stellstrom schaltet sich am Signalantriebe ab und schaltet dort gleichzeitig die Stelleitung nach dem Vorsignale an. Das Vorsignal wird auf »Fahrt« gestellt.

Am Ende der Stellbewegung schliefst sich der Rückmeldestromschliefser (Abb. 9a, Taf. XXX). Der Rückmeldestrom fliefst von dem 30-Voltspeicher über Signalfeld 1, Klemme 111, 812, Rückmeldemagnet H, 826, 115, Vorsignal zur Erde. Der Rückmeldemagnet zieht seinen Anker an, das Fenster am Signalschalter zeigt nun »weifs«, Signal und Vorsignal stehen auf »Fahrt«.

Erreicht der einfahrende Zug mit der vordersten Achse den zwischen Signal und der ersten Weiche 6 liegenden Schienenstromschliefser, so wird der in Abb. 9b, Taf. XXX dargestellte Stromlauf geschlossen. Der Strom fliefst vom 30-Voltspeicher zum Signalfelde 1, Klemme 126, über den Achsstromschliefser 1, 3 am gezogenen Signalschalter, Klemme 127, Stromschliefser an der Verschlufsstange der Druckknopfsperre, Ankerwickelungen der Druckknopfsperre, Schienenstromschliefser zur Erde. Die Druckknopfsperre wird ausgelöst und unterbricht dadurch den vorbezeichneten Stromlauf.

Damit nach einer Freigabe des Einfahrsignales durch Stellwerk II der Signalhebel A nur solange ziehbar bleibt, bis das Endfeld bedient worden ist, und damit anderseits das Signal auch dann gezogen werden kann, wenn Block Steinhausen nicht rechtzeitig vorgeblockt haben sollte, ist das Endfeld nach Textabb. 36 unter Gemeinschaftstaste mit einem Gleichstromfelde

gelegt worden. Die Stromschliefser an der Verschlufsstange schliefsen, wenn das Gleichstromfeld geblockt ist, den über die Stromschliefser am Fahrstrafsenschalter in der Ruhelage fliefsenden Strom zur Auslösung dieses Feldes, und wenn das Feld entblockt ist, den Signalkuppelstrom. In der Ruhelage ist das Gleichstromfeld entblockt. Ist ein Zug auf Signal A eingefahren und der Signalschalter in die Ruhelage gebracht, so wird bei der Bedienung des Streckenblockendfeldes zugleich das Gleichstromfeld geblockt und dabei am untern Stromschliefser seiner Verschlufsstange der Signalkuppelstrom unterbrochen. Das Signal kann nicht von Neuem gezogen werden. Die Auslösung des Gleichstromfeldes erfolgt nach Abb. 9c, Taf. XXX erst, wenn der Fahrstrafsenhebel in die Ruhelage gebracht wird. Dabei wird indes zugleich nach Abb. 9, Taf. XXX die Auslösetaste und die Freigabetaste in Stellwerk II selbsttätig zurückgestellt. Daher mufs Stellwerk II von Neuem freigeben, bevor das Signal wieder gezogen werden kann.

Den Stromlauf für die Auflösung des Gleichstromfeldes zeigt Abb. 9c, Taf. XXX. Von dem 30-Voltspeicher fliefst der Strom über die Fahrstrafsenfelder und zwar Feld 5, Klemme 111, Feld 6, Klemme 118, Ruhestromschliefser 263, 264, 821 über die beiden Ankerstromschliefser 74, 75, 85, 84, 822, 111, Feld 7, Klemme 111, Ruhestromschliefser 263, 264, 821, Ankerstromschliefser 85, 84, 822, 128, oberer Stromschliefser an der Verschlufsstange des Gleichstromfeldes, Ankerwickelungen und Druckstangenstromschliefser dieses Feldes zur Erde. Das Gleichstromfeld wird entblockt.

Die Blockrückmeldung durch Bedienung des Endfeldes soll nur angängig sein, wenn der Signalhebel und das Signal A auf »Halt« stehen. Diese Forderung könnte bezüglich des Signalhebels dadurch erfüllt werden, dafs das Blockwerk auf das Stellwerk gestellt und das Endfeld durch einen Signalschieber in Abhängigkeit von dem Signalhebel gebracht würde, wobei eine mechanische Druckknopfsperre ohne Signalverschlufs anzubringen wäre. Das hätte jedoch den Nachteil, dafs der Schieberkasten im oberen Teile des Schaltergestelles nur nach Beseitigung des Blockwerkes zugänglich wäre, was bei der Unterhaltung zu Schwierigkeiten führen müfste. Bei den elektrischen Stellwerken der Bauart Siemens-Jüdel in Düsseldorf und Finnentrop sind die Blockwerke nicht auf die Stellwerke gestellt, vielmehr ist die Leitung vom Blockinduktor über einen Stromschliefser am Signalarme nach den Spulen des Endfeldes geführt. Dieser Stromschliefser ist jedoch bei der Unterhaltung schwer zugänglich. Bei den Stellwerken in Schwerte ist die Induktorleitung nach Textabb. 40 und 41 über einen von der Stellstange des obersten Signalarmes betätigten Stromschliefser 13 S, 14 S und, wie in Abb. 9b, Taf. XXX rechts dargestellt, über einen Stromschliefser an der Achse des Signalhebels geführt. Der Wechselstrom läuft vom Stromgeber nach dem Signalfelde 1, Klemme 125 nach dem Signale A, Klemme 13S, 14S, zurück zum Stellwerke, Klemme 123 des Feldes 1 über den in der Ruhestellung des Signalhebels geschlossenen Achsstromschliefser 4, 5, Klemme 124 nach den Wickelungen des Endfeldes A, und von da über die Wickelungen des Anfangsfeldes auf der Blockstelle Steinhausen zur Erde.

Ist der in Gleis XXVIII einfahrende Zug mit der Lokomotive am Brechpunkte des Ablaufberges zum Halten gekommen, dann löst der Weichensteller im Stellwerke II mit seiner Auflösetaste II 11 (Abb. 9, Taf. XXX) die Fahrstrafse dadurch auf, dafs er diese Taste aus der Ruhelage II 11, II 12 nach II 11, II 13 umstellt. So entsteht ein Stromlauf von dem 30-Voltspeicher über II 11, II 13, nach dem in der gezogenen Stellung gesperrten Fahrstrafsenschalter 6 im Stellwerke I, Klemme 126, 231, 232, 826, Wickelungen des Freigabemagneten, 814, 114, Feld 7, Klemme 114, Feld 10, Klemme 114, Wecker zur Erde. Der Freigabemagnet zieht seinen Anker an und gibt den Fahrstrafsenhebel frei. Wird nun der Fahrstrafsenhebel in die Ruhelage gebracht, so tritt Stromunterbrechung bei 231, 233 ein und Stromschlufs über 233, 234, Feld 7, Klemme 231, 233, 234, 126, Stellwerk II, Wickelungen des Auflösemagneten A F zur Erde. Dadurch wird der Sperrmagnet D im Stellwerke I stromlos, sein Anker fällt ab, dagegen zieht der Auflösemagnet A F im Stellwerke II seinen Anker an. Die Freigabetaste und die Auflösetaste kehren durch die Federwirkung in ihre Ruhelagen nach rechts (Abb. 9, Taf. XXX) zurück.

Aus Abb. 9, Taf. XXX ergeben sich ferner ohne weiteres die den vorbeschriebenen gleichen Stromläufe bei den Fahrstrafsen A XXIX und A XXX, die gleichfalls von Stellwerk II freigegeben und aufgelöst werden.

Die Ausfahrsignale des Stellwerkes I E, F, G, H liegen nicht unter Bahnhof-Blockverschlufs. Der Weichensteller erhält vielmehr vom Fahrdienstleiter durch Fernsprecher den Auftrag, ein solches Signal zu ziehen. Diesen Auftrag kann er nur dann ausführen, wenn die Blockrückmeldung für den voraufgefahrenen Zug von der Blockstelle Steinhausen eingegangen ist.

Im Stellwerke I sind daher die Fahrstrafsenhebel e f Feld 10 und g h Feld 11 in der Ruhelage nicht gesperrt. Sie sind vielmehr im obern Teile nach Textabb. 37 derart angeordnet, dafs sie je nach Einstellung der Weichenhebel ohne Weiteres nach rechts oder auch nach links umgestellt werden können. In der gezogenen Lage werden sie allerdings durch den abfallenden Anker des Auflösemagneten gesperrt.

In Abb. 21 bis 23, Taf. XXXIII sind die Stromläufe für die Ausfahrten E F G H im Stellwerke I dargestellt. Soll das Signal E gezogen werden, so sind zunächst die Weichenhebel 4/6, 17/21 b, 16/22 b d, 22 a/c und 25 in die richtige Lage zu bringen. Dann wird der Fahrstrafsenhebel, Feld 10, nach links umgestellt, wobei er die vorbezeichneten Weichenhebel durch die im Schieberkasten liegende Fahrstrafsenschubstange verschliefst.

Nach Abb. 21, Taf. XXXIII entsteht ein Stromlauf vom 30-Voltspeicher zum Fahrstrafsenschalter Feld 10, Klemme 111, Ankerstromschliefser bei abgefallenem Anker 71, 72, Klemme 812, Umschalter 211, 212, Klemme 118 über die Stromschliefser 311, 312 der Weichenschalter Feld 38, 35, 30, 31, Stromschliefser 321, 322 des Weichenschalters Feld 18, Klemme 111 desselben Feldes, obere Klemme an der Verschlufsstange des entblockten Anfangsfeldes, obere Klemme an der Verschlufsstange des mit dem Anfangsfelde unter Gemeinschaftstaste liegenden, noch geblockten Gleichstromfeldes, über den Signalschalter für die Ausfahrten, Feld 5, Klemme 112, 825, Kuppelmagnet, Umschalter 31, 32,

Widerstand, Klemme 811 zur Erde. Der Kuppelmagnet zieht seinen Anker an und gibt dadurch den Signalschalter Feld 5 frei.

Wird nun der Signalhebel Feld 5 in die »Fahrt«-Stellung gebracht, so gelangt dadurch der Umschalter dieses Feldes aus der Stellung 31, 32 in die Stellung 31, 33, und der 30-Voltstrom fliefst von da weiter über Feld 5, Klemme 824, 118, Widerstand, Klemme 128, Fahrstrafsenschalter Feld 10, Klemme 127, Umschalter 221, 222, Klemme 125, Wickelungen des Kuppelmagneten am Signalmaste E zur Erde. Auch fliefst der Stellstrom zum Signalantriebe und stellt den Signalarm auf »Fahrt«. Dabei wird der Rückmeldestromschliefser am Signalantriebe geschlossen und es entsteht ein neuer Stromlauf vom 30-Voltspeicher zum Signalschalter Feld 5, Klemme 111, 825, Rückmeldemagnet SR, Klemme 826, 115, Rückmeldestromschliefser am Signale E zur Erde. Am Fenster des Signalschalters verschwindet der rote Strich, woraus zu ersehen ist, dafs das Signal auf »Fahrt« steht.

Die Auflösung der Ausfahrstrafsen erfolgt durch den Zug, wenn die letzte Achse die Sonderschiene verläfst.

Erreicht bei der vorher behandelten Ausfahrt E die erste Zugachse den in der Sonderschiene liegenden Schienenstromschliefser (Abb. 21, Taf. XXXIII), so fliefst ein Strom vom 30-Voltspeicher zum Fahrstrafsenschalter Feld 10, Klemme 111, Fahrstrafsenfeld 11, Klemme 111, Widerstand, Klemme 115, 235, 231, Fahrstrafsenschalter Feld 10, Klemme 235, Umschalter 231, 232, Klemme 236, 113, 813, Magnetschalter I im Feld 10, Klemme 821, 121, Schienenstromschliefser, Sonderschiene, Achse des Fahrzeuges, nicht stromdicht gelagerte Schiene zur Erde. Der Anker des Magnetschalters wird angezogen, dabei schaltet er den Strom um über 64, 66, Klemme 816, 116, Sonderschiene, und über die auf der Sonderschiene befindlichen Achsen, nicht stromdicht gelagerte Schiene zur Erde. Verläfst die letzte Zugachse die Sonderschiene, so läuft der Auslösestrom von der Sonderschiene weiter nach dem Fahrstrafsenschalter Feld 10, Klemme 122, 822, Umschalter 63, 61, Klemme 823, 123, den untern Stromschliefser an der Verschlufsstange des entblockten Anfangsfeldes, des Wechselstromblockfeldes, den untern Stromschliefser an der Verschlufsstange des nach Textabb. 38 mit dem Anfangsfelde unter Gemeinschaftstaste liegenden geblockten Gleichstromfeldes, die Ankerwickelungen des Gleichstromfeldes, den Stromschliefser an der Druckstange des Gleichstromfeldes zur Erde.

Das Gleichstromfeld wird entblockt. Dabei wird der Signalkuppelstrom am obern Stromschlufshebel der Verschlufsstange unterbrochen, der Signalarm fällt auf »Halt«. Am untern Stromschlufshebel des Gleichstromfeldes wird der Auslösestrom weitergeschaltet auf Fahrstrafsenschalter Feld 10, Klemme 112, Widerstand, Klemme 114, Fahrstrafsenschalter Feld 11, Klemme 114, Wecker zur Erde. Der Wecker ertönt und zeigt dem Beamten an, dafs er nun das Anfangsfeld blocken und dadurch den Zug nach Block Steinhausen vormelden kann. Legt er den Signalhebel in die Ruhelage und blockt, so wird der Auslösestrom am untern Stromschlufshebel des Anfangsfeldes weitergeschaltet nach Fahrstrafsenschalter Feld 10, Klemme 117, 115, Umschalter 241, 242, Klemme 246, 815, Wickelungen des Sperrmagneten, Klemme 814, 114, Fahrstrafsenschalter Feld 11, Klemme 114, Wecker zur Erde. Der Wecker ertönt und zeigt dem Beamten an, dafs der Fahrstrafsenhebel frei geworden ist. Bringt er den Fahrstrafsenhebel in die Ruhelage, so unterbricht er den Auslösestrom am Umschalter 241, 242.

Beim Blocken wird zwar der Signalkuppelstromlauf am Gleichstromfelde am obern Stromschlufshebel der Verschlufsstange wieder geschlossen, gleichzeitig wird dieser Stromlauf aber an der obern Klemme des Anfangsfeldes unterbrochen. Der Signalkuppelstrom kann daher erst dann wieder zu Stande kommen, wenn Block Steinhausen die Blockrückmeldung erstattet hat, und dabei die Verschlufsstange des Anfangsfeldes hoch gegangen ist.

Die unteren Stromschlufshebel am Anfangsfelde und am Gleichstromfelde müssen so eingerichtet werden, dafs beim Umschalten der neue Stromweg schon geschlossen ist, bevor der vorhandene unterbrochen wird, sonst würde der Magnetschalter im Fahrstrafsenschalter stromlos werden, sein Anker würde abfallen und den Auslösestrom unterbrechen.

Sollte die Auslösung der Fahrstrafse durch den über die Sonderschiene laufenden Strom versagen, was etwa eintreten könnte, wenn die Lederzwischenlage vor Kopf der Sonderschiene zerdrückt wäre und diese so Erdschlufs erhalten hätte, so steht dem Beamten eine besondere Hülfsvorrichtung WT zur Auflösung der Fahrstrafse zur Verfügung. Sie besteht aus einer Taste, die mit Bleisiegel verschlossen ist. Wird das Siegel gelöst und die Taste gedrückt, so fliefst nach Abb. 21, Taf. XXXIII ein Strom vom 30-Voltspeicher nach dem Gleichstromfelde und löst es aus, der Fahrstrafsenschalter wird frei. Ein solcher Eingriff darf nur auf Anordnung des Fahrdienstleiters im Stellwerke V vorgenommen werden.

Das Anfangsfeld darf erst bedient werden, wenn der Hebel des Ausfahrsignales hinter dem Zuge auf »Halt« gestellt ist. Die Leitung vom Blockinduktor ist daher über einen Achsstromschliefser am Signalschalter EFGH geführt. Nach Abb. 22, Taf. XXXIII gelangt der Blockstrom vom Induktor zum Signalschalter Feld 5, Klemme 123, Achsstromschliefser 1, 2, Klemme 124, Wickelungen des Anfangsfeldes, Blockleitung auf der Strecke nach Block Steinhausen. Von der Führung des Wechselstromes über Stromschliefser an den Ausfahrsignalen ist in diesem Falle abgesehen.

Die Stromläufe für die Ausfahrten F, G, H sind gleichfalls in Abb. 21, Taf. XXXIII dargestellt. Sie können dort, nachdem im Vorstehenden die Stromläufe für die Ausfahrt E ausführlich beschrieben sind, verfolgt werden, ohne dafs es dazu weiterer Erläuterungen bedarf.

Der Widerstand der Wickelungen des Sperrmagneten eines Fahrstrafsenschalters für die Ausfahrten darf nicht mehr als 30 Ohm betragen. Wäre dieser Widerstand gröfser, so könnte die Auslösung nicht erfolgen, wenn der Widerstand der Sonderschiene bei nasser Witterung gering wird. Dagegen kann der Widerstand der Wickelungen am Sperrmagneten der Fahrstrafsenschalter für Einfahrten auf 300 Ohm bemessen werden.

Da die vier Signale E, F, G, H mit einem Signalschalter zu stellen sind, so ist es erforderlich, den Stellstrom vom Signalschalter über Starkstromschliefser an den Fahrstrafsen-

schaltern zu führen, die die Stromläufe zu den vier Signalantrieben von einander scheiden.

Soll das Signal E auf »Fahrt« gestellt werden, so ist der Fahrstrafsenschalter e f nach e einzustellen und dann der Signalschalter E, F, G, H zu ziehen. Dabei läuft der Stellstrom nach Abb. 23, Taf. XXXIII vom 120-Voltspeicher zum Signalschalter Feld 5, Klemme 814, Speicherwechsler 52, 53/54, Arbeitschalter 11, 13, Klemme 823, 114, zum Fahrstrafsenschalter Feld 10, Klemme 128, Starkstromumschalter 10, 20, Klemme 124, zum Signalantriebe, Klemme 1, Triebwerkwickelungen zur Erde. Das Triebwerk läuft, stellt das Signal E auf »Fahrt« und schaltet gegen Ende der Stellbewegung den Stellstrom durch den Stromschliefser bei 1 von den Triebwerkwickelungen ab und an die Rückleitung an. Der Strom von 120 Volt fliefst dann durch die Rückleitung 3 nach dem Fahrstrafsenschalter Feld 11, Klemme 128, von da zum Signalantriebe F, zur Klemme 123, zu dem Signalantriebe G, Klemme 122, dem Signalantriebe H, Klemme 121, dem Signalschalter Feld 5, Klemme 113, 827, den Wickelungen des Überwachungsmagneten, Klemme 811, 817 zur Erde. Der Überwachungsmagnet zieht seinen Anker an und schaltet dadurch am Speicherwechsler den Strom von 120 Volt ab und den von 30 Volt an, der nun über Klemme 813, 51, 53/54 und weiter auf dem vorangegebenen Wege über alle vier Signalschalter fliefst.

Wird der Signalhebel wieder auf »Halt« gestellt, so tritt eine Stromunterbrechung am Arbeitschalter 11, 13 und demnächst eine neue Einschaltung über 11, 12 ein. Der Anker des Überwachungsmagneten ist abgefallen und wird durch die Hebelverbindung im Signalschalter in einigem Abstande von seinem Poie gehalten. Der Speicherwechsler gelangt aus der Stellung 53/54, 51 in die Stellung 53/54, 52. Nun fliefst der Stellstrom über Klemme 814, 52, 53/54, 11, 12, 821, 119, Feld 11, Klemme 127 durch die Antriebwickelungen zur Erde. Die Triebmaschine läuft, stellt das Signal auf »Halt« und schaltet den Stromschliefser bei 2 nach der Rückleitung 3 um. Der Strom von 30 Volt fliefst wieder über die 3 übrigen Signalantriebe und den Überwachungsmagneten zur Erde. Der Überwachungsmagnet schaltet den Speicherwechsler vom 120-Voltspeicher ab und stellt ihn wieder auf den 30-Voltspeicher ein. Der Strom von 30 Volt fliefst nun über Klemme 813, Batterie-Umschalter 51, 53/54, Knebelumschalter 11, 12, Klemme 821 und weiter über die vier Signalantriebe und den Überwachungsmagneten am Signalschalter zur Erde.

Hiernach ist in Abb. 23, Taf. XXXIII ohne weiteres der Stromlauf beim Stellen der übrigen Ausfahrsignale F, G und H des Stellwerkes I zu verfolgen.

Im Stellwerke V werden die 16 Signale für die Ausfahrten nach Osten mit 3 Signalschaltern Feld 8, 10 und 11 gestellt. Feld 8 T_2, S_2, R_2, Q_2, P_2, O_2 ist für die Güterzugstrecke nach Blockstelle Grünthal, Feld 10 T_1, S_1, R_1, Q_1, P_1, O_1, N_1, M_2 für die Strecke nach Holzwickede und Feld 11 M_1, N_2 für die Personenzugstrecke nach Blockstelle Grünthal vorgesehen. Für je 2 dieser Fahrten ist einer der 8 Fahrstrafsenschalter Feld 32 bis 39 bestimmt. Die bezeichneten Ausfahrsignale sind ohne Abhängigkeit von den übrigen Stellwerken und von den Bahnsteigbeamten.

In Abb. 24, Taf. XXXIV, 25, 25a, 25b und 26, Taf. XXXV und 27, Taf. XXXIII sind die bei diesen 16 Ausfahrten in Betracht kommenden Stromläufe übersichtlich im einzelnen dargestellt. Die nach Textabb. 37 eingerichteten Fahrstrafsenhebel sind aus der Ruhelage nach rechts oder links frei beweglich. Werden sie umgestellt, so sperrt sie der Anker des Sperrmagneten in der Endlage. Soll das Ausfahrsignal T_1 auf »Fahrt« gestellt werden, so ist zunächst der Fahrstrafsenhebel t_1 t_2 nach links umzustellen. Dadurch wird der Kuppelstromlauf nach dem Kuppelmagneten des Signalschalters geschlossen. Der Stromlauf ist in Abb. 24, Taf. XXXIV leicht zu verfolgen. Er führt vom 30-Voltspeicher über die Klemmen 811 aller Ausfahrsignalschalter Feld 39 bis 32 zum Ankerstromschliefser 71, 72 im Fahrstrafsenschalter Feld 32, wo er überwacht, dafs der Anker abgefallen und der Hebel in gezogener Stellung t_1 gesperrt ist, über den Fahrstrafsenstromschliefser 211, 212, Klemme 212, Weichenschalter für die gekuppelten Weichen 169/171, Feld 48, Überwachungstromschliefser an diesem Weichenschalter 321, 322, über die gleichnamigen Klemmen der Weichen $\frac{155}{148}$ Feld 64, $\frac{145}{149}$ Feld 75, 148, Feld 71, $\frac{150}{156}$ Feld 59, $\frac{166}{170}$ Feld 51, Klemme 111, untere Stromschliefser an den Verschlufsstangen des Anfangsfeldes und des Gleichstromblockfeldes T_1, S_1, R_1, Q_1, P_1, O_1, N_1, M_2 (Textabb. 38) zum Signalschalter Feld 10, Klemme 112, 825,

Abb. 37.

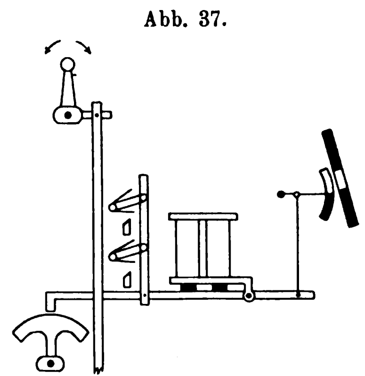
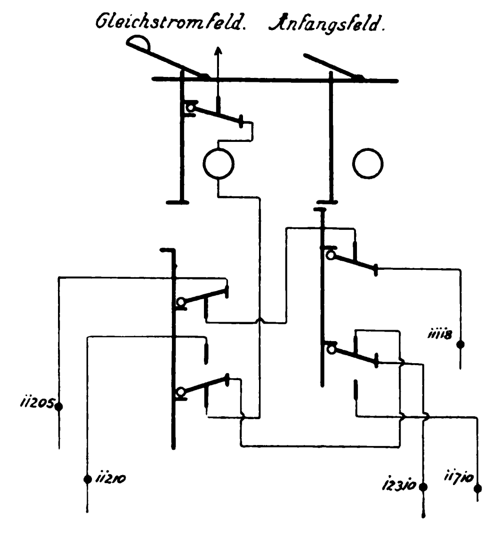


Abb. 38.



Wickelungen des Kuppelmagneten, Arbeitschalter 31, 32, Widerstand, Klemme 811, 117 zur Erde.

Der Kuppelmagnet zieht seinen Anker an und gibt dadurch den Signalhebel frei. Wird nun der Signalhebel umgestellt, so läuft der Kuppelstrom von Klemme 31 Feld 10 weiter über

33, 824, 118, Widerstand, 127, Widerstand, 128 zum Fahrstrafsenschalter Feld 38, Klemme 127, über die Klemmen 221 der Felder 38 bis 32, den Fahrstrafsenstromschliefser im Felde 32, 221, 222, Klemme 125, Kuppelmagnet T_1 im Signalantriebe zur Erde.

Beim Umstellen des Signalhebels wird auch der Stellstrom zum Signale T_1 geleitet, der Signalantrieb läuft, stellt den Signalarm auf »Fahrt« und schliefst am Ende der Bewegung den Rückmeldestromschliefser. Nun fliefst ein Rückmeldestrom vom 30-Voltspeicher nach dem Signalschalter Feld 10, Klemme 111, 812, Ankerwickelungen des Rückmeldemagneten, Klemme 826, 115, Klemmen 291 in den Fahrstrafsenschaltern Feld 38 bis 32, Fahrstrafsenstromschliefser im Felde 32, 291, 292, Klemme 296, 117, Rückmeldestromschliefser am Signalarme T_1 zur Erde. Der Rückmeldemagnet zieht seinen Anker an. Im Fenster des Signalschalters verschwindet der rote wagerechte Strich. Dadurch zeigt die volle weifse Scheibe, dafs das Signal auf »Fahrt« steht.

Gelangt die erste Achse des auf Signal T_1 ausfahrenden Zuges auf den in Abb. 25, Taf. XXXV links dargestellten Schienenstromschliefser, so wird ein Stromlauf geschlossen, der den Magnetschalter im Fahrstrafsenschalter Feld 32 betätigt. Der Strom fliefst dabei vom 30-Voltspeicher zum Fahrstrafsenschalter Feld 37, Klemme 111, Widerstand, Fahrstrafsenschalter Feld 39, Klemme 113, 235, 231 und weiter über die Klemmen 235, 231 der Fahrstrafsenschalter Feld 38 bis 32, dann im Felde 32 über den Fahrstrafsenstromschliefser 231, 232, Klemme 813, Wickelungen des Magnetschalters Klemme 821, 121, Schienenstromschliefser, Sonderschiene durch die Fahrzeugachsen, nicht stromdicht gelagerte Schiene zur Erde. Der Magnetschalter zieht seinen Anker an und schliefst dadurch die beiden Stromschliefser 64, 66 und 61, 63. Der Auslösestrom fliefst nun über Klemme 821 im Felde 32, Stromschliefser 64, 66, Klemme 816, 116, Sonderschiene, Fahrzeugachsen, gegenüberliegende Schiene zur Erde.

Hat die letzte Zugachse die Sonderschiene verlassen, dann fliefst der Strom nicht mehr zur Erde, sondern weiter über die Sonderschiene, Fahrstrafsenschalter Feld 32, Klemme 122, 822, Magnetschalter 63, 61, Klemme 823, 123, den untern Stromschliefser an der Verschlufsstange des entblockten Anfangsfeldes, (Textabb. 38), den untern Stromschliefser an der Verschlufsstange des mit dem Anfangsfelde unter Gemeinschaftstaste liegenden Gleichstromfeldes, die Wickelungen des Gleichstromfeldes und den Druckstangenstromschliefser des Gleichstromfeldes zur Erde.

Das Gleichstromfeld wird ausgelöst. Dabei wird der Signalkuppelstrom am obern Stromschlufshebel der Verschlufsstange unterbrochen, der Signalarm fällt auf »Halt«. Gleichzeitig schaltet sich das Gleichstromfeld selbst von dem Auslösestrome ab und schaltet den Auslösestrom weiter über Fahrstrafsenfeld 32, Klemme 113, Widerstand, Klemme 114 in den Fahrstrafsenfeldern 32 bis 36, Wecker zur Erde.

Der Wecker ertönt und zeigt dem Weichensteller an, dafs das Gleichstromfeld entblockt ist und nun das Anfangsfeld bedient werden kann. Geschieht das, nachdem der Signalhebel auf »Halt« gestellt ist, so wird der Auslösestrom durch den Wechsel am obern Stromschliefser an der Druckstange des Anfangsfeldes umgeschaltet nach der Klemme 128 Feld 32, Klemme 129, Fahrstrafsenstromschliefser 242, 241, Klemme 245, 815, Wickelungen des Sperrmagneten, Klemme 814, über die Klemmen 114 der Felder 32 bis 36, Wecker zur Erde.

Der Wecker ertönt und zeigt nun dem Beamten an, dafs der Fahrstrafsenschalter Feld 32 frei geworden ist und in die Ruhestellung gebracht werden kann. Schon beim »Halt«-Stellen des Signalhebels hat der Stellstrom den Signalantrieb in die »Halt«-Stellung gebracht. Wird nun auch der Fahrstrafsenhebel in die Ruhelage gebracht, so wird der Auslösestrom bei Klemme 231, 232, Feld 32 unterbrochen.

Beim Blocken des Anfangsfeldes wird zwar der Signalkuppelstromlauf am Gleichstromfelde am obern Stromschlufshebel der Verschlufsstange wieder geschlossen (Abb. 24, Taf. XXXIV und Textabb. 38), gleichzeitig wird dieser Stromlauf aber am obern Stromschlufshebel des Anfangsfeldes unterbrochen. Der Signalkuppelstrom kann daher erst dann wieder zu Stande kommen, wenn Block Grünthal die Blockrückmeldung erstattet hat und dabei die Verschlufsstange des Anfangsfeldes hoch gegangen ist.

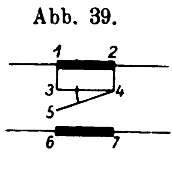
Das Anfangsfeld kann nur geblockt werden, wenn der Signalhebel wieder auf »Halt« gestellt ist und der Signalflügel auf »Halt« steht. Nach Abb. 26, Taf. XXXV läuft der Wechselstrom vom Blockstromgeber nach dem Signalschalter Feld 10 Klemme 124, nach Signal N_1, Stromschliefser 31 S, 30 S, Signal M_2, Stromschliefser 34 S, 36 S und über die Stromschliefser 31 S, 30 S der Signale O_1, P_1, Q_1, R_1, S_1, T_1 zurück nach dem Stellwerke Feld 10, Klemme 121, über den Achsstromschliefser 1, 2, Klemme 125, durch die Wickelungen des Anfangsfeldes, die Streckenleitung, das Endfeld auf Block Grünthal zur Erde.

Wird der Signalhebel Feld 10 in die »Fahrt«-Stellung gebracht, so gelangt der Speicherwechsler nach Abb. 27, Taf. XXXIII aus der Lage 51, 53/54 in die Lage 52, 53/54 und der Arbeitschalter von 11, 12 nach 11, 13. Nun wird nicht mehr Überwachungstrom aus dem 30-Voltspeicher, sondern Stellstrom aus dem 120-Voltspeicher entnommen. Der Stellstrom fliefst vom 120-Voltspeicher nach dem Signalschalter Feld 10, Klemme 814, Speicherwechsler 52, 53/54, Arbeitschalter 11, 13, Klemme 823, 114, zum Fahrstrafsenschalter t_1 t_2, Feld 32, Klemme 112, Starkstromschliefser 29, 19, Klemme 122, Stellleitung 1 zum Signalantriebe durch das Triebwerk zur Erde. Das Triebwerk läuft und stellt dadurch das Signal auf »Fahrt«. Am Ende der Bewegung wird der Stellstrom am Signalantriebe bei 1 nach 1 a umgeschaltet und fliefst nun weiter durch die Leitung 3 nach dem Fahrstrafsenschalter Feld 33, Klemme 128, Fahrstrafsenschalter Feld 32, Klemme 266, Stromschliefser 252, 251 und weiter über die Umschalter 254, 253 der Fahrstrafsenschalter Feld 33 bis 38, Fahrstrafsenschalter Feld 39, Umschalter 264, 263, Fahrstrafsenschalter Feld 38, Klemme 111, Signalschalter Feld 10, Klemme 113, 827, Wickelungen des Überwachungsmagneten, Klemme 811, 117 zur Erde. Der Überwachungsmagnet zieht seinen Anker an und stellt dadurch den Speicherwechsler um, so dafs der Strom von 120 Volt abgeschaltet und der von 30 Volt angeschaltet wird. Ist ein

Fahrstrafsenhebel für ein mit Signalhebel 8 zu stellendes Signal umgestellt, so läuft der vom Signalschalter 10 ausgehende Überwachungstrom am Fahrstrafsenschalter 8 über eine Überbrückung 254, 256, 255, 253, 251. Umgekehrt sind Überbrückungen erforderlich für den Überwachungstrom, der vom Signalschalter 8 ausgeht, für den Fall, dafs gleichzeitig ein Fahrstrafsenhebel für ein mit dem Signalhebel Feld 10 zu stellendes Signal umgelegt sein sollte.

Kehren wir nun zur Fahrt T_1 zurück. Wird der Fahrstrafsenhebel nach beendeter Fahrt in die Ruhelage gebracht, so unterbricht er den Überwachungstrom bei 252, 251. Es ist jedoch erforderlich, dafs die Lage aller Fahrstrafsenschalter und aller Signalantriebe durch einen dauernd fliefsenden Strom überwacht wird, dessen Vorhandensein am Fenster des Überwachungsmagneten am Signalschalter an der weifsen Scheibe zu erkennen ist. An den Signalen sind daher Stromschliefser angebracht, die von den Kuppelstangen der Signalarme geschlossen werden, wenn die Arme auf »Halt« stehen. In Abb. 27, Taf. XXXIII sind diese Stromschliefser angegeben. Dabei bedeutet nach Textabb. 39 der obere dicke Strich 1, 2 den Stromschliefser, der geschlossen ist, solange der obere Signalarm auf »Halt« steht, und unterbrochen wird, wenn dieser Arm auf »Fahrt« gestellt wird. In gleicher Weise wird der durch den untern dicken Strich 6, 7 bezeichnete Stromschliefser durch den zweiten Signalarm betätigt. Sind nun zwei Arme gezogen, so sind die beiden Stromschliefser 1, 2 und 6, 7 unterbrochen. Da indes dabei der Überwachungstrom für die Fahrten auf einen Signalarm so lange fliefsen mufs, als nicht auch ein solches Signal gezogen ist, so wird der Stromschliefser 1, 2 durch 1, 3, 4, 2 überbrückt und in der Brücke der Stromschliefser 3, 4, 5 angeordnet, den der auf »Fahrt« gestellte zweite Signalarm schliefst. Wird somit ein Arm gezogen, so wird der Stromschliefser 1, 2 unterbrochen, Stromschliefser 6, 7 bleibt geschlossen, 3, 4 unterbrochen; stehen beide Arme auf »Fahrt«, so sind die Stromschliefser 1, 2 und 6, 7 unterbrochen, dagegen Stromschliefser 3, 4 geschlossen. Der Lauf der Überwachungströme ist hiernach in Abb. 27, Taf. XXXIII leicht zu verfolgen.

Abb. 39.



Die Stromschliefser, die von den Stellstangen der Signalarme betätigt werden, sind nach Textabb. 40 und 41 angeordnet. Der Hebel 14 (vergl. Abb. 9, Taf. XXX), der mittels der Stange 18 den Signalarm antreibt, trägt einen Zapfen 50, der den um die Achse 52 drehbaren Hebel 51 bewegt. Am Hebel 51 ist die Steuerstange 53 der Stromschliefser angebracht. In Textabb. 40 und 41 ist die »Halt«-Stellung des Signales bei »Fahrt«-Stellung des Antriebes dargestellt. Wird das Signal auf »Fahrt« gestellt, so bewegt die Steuerstange 53 den Stromschliefser nach rechts. Jedem Signalarme entspricht eine Steuerstange 53.

Die Anschlufsklemmen der Stromschliefser sind nach Textabb. 40 mit 10 S bis 43 S bezeichnet. Werden solche Stromschliefser verwendet, dann kommt der in Abb. 12, Taf. XXX dargestellte Stromschliefser 30 a, 30 (Textabb. 7) in Wegfall. Die Rückmeldeleitung 4, 4 a wird an die Klemmen 10 S, 12 S angeschlossen. Die Überwachungsleitungen für den ersten Signalarm laufen über 13 S, 16 S und die für den zweiten Arm über 17 S, 18 S. Dagegen wird die Leitung des Blockinduktors, falls ein einarmiges Signal in Frage kommt, über 30 S, 31 S geführt, und beim zweiarmigen Signale über 34 S, 36 S, soweit es bei der Streckenblockung für erforderlich erachtet wird, durch den Lauf des Wechselstromes noch nachprüfen zu lassen, ob die Signalarme tatsächlich auf »Halt« stehen, wenn das Anfangsfeld oder das Endfeld bedient werden soll.

Die Einfahrsignale Y^2 und Z^3 in Gleis XIX und XVIII, sowie Z^3 in Gleis XVII (Abb. 1, Taf. XXIX) werden im Befehlstellwerke V gezogen, wobei der Beamte im Stellwerke IV insoweit mitwirkt, als er eines der drei Einfahrgleise freigibt. Die im Stellwerke V festgelegten Fahrstrafsen der einfahrenden Züge werden von dem Telegraphisten im Stellwerke V aufgelöst. Die drei Fahrstrafsenschalter für diese Einfahrten sind daher nach Textabb. 42 eingerichtet.

Der abgefallene Anker a des Sperrmagneten verschliefst am Sperrstücke b den Fahrstrafsenhebel und zwar

Abb. 40.

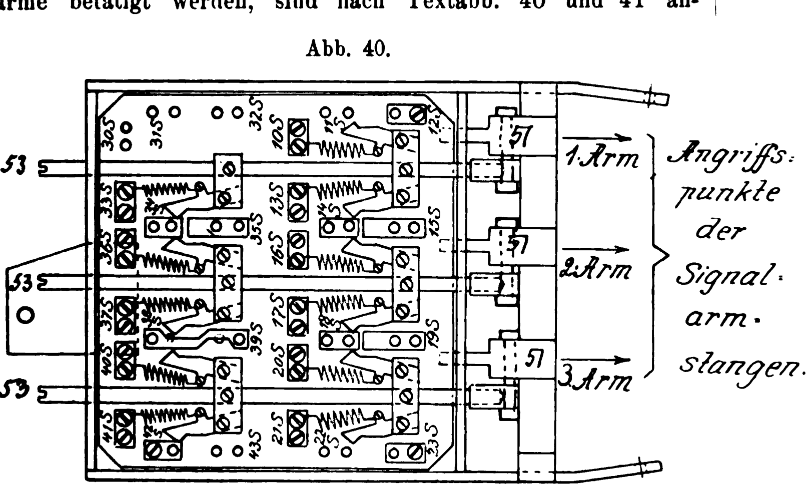
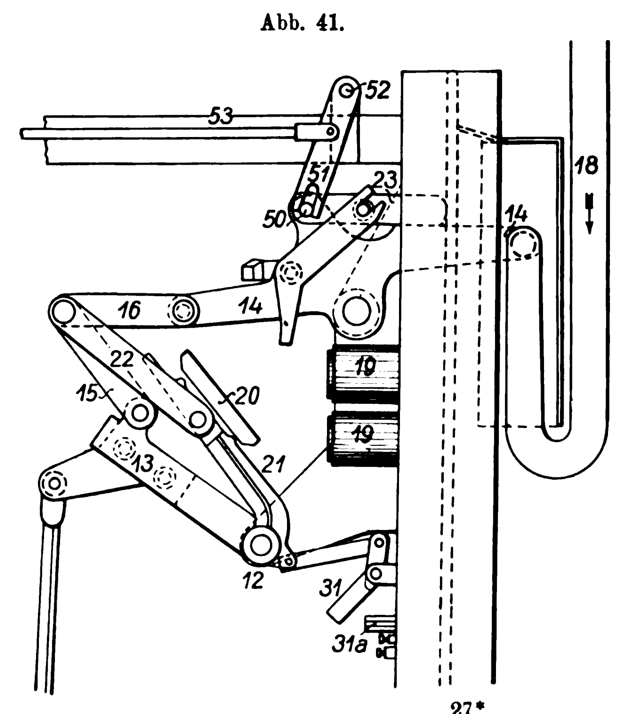
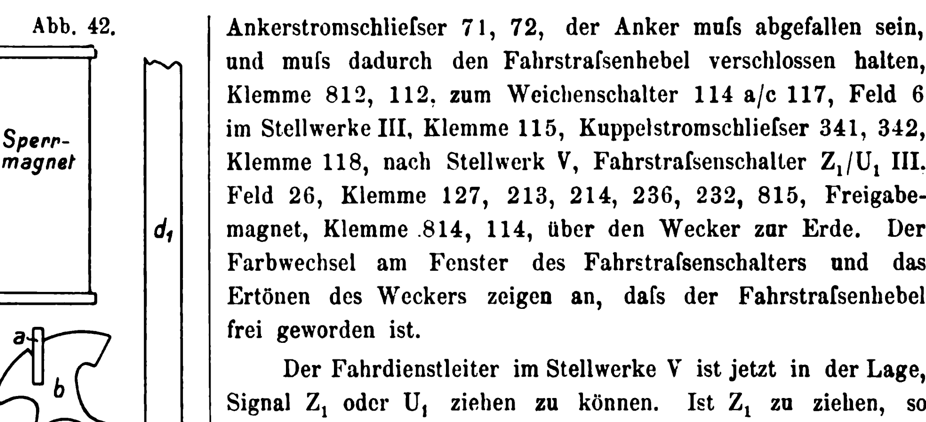


Abb. 41.



1. in der Ruhelage, wenn der Anker in den Einschnitt des Sperrstückes gefallen ist und
2. in gezogener Stellung nach rechts oder
3. nach links, wenn der Anker links oder rechts von dem Sperrstücke b heruntergefallen ist.

Abb. 42.



Wird vom Stellwerke IV die Einfahrt in Gleis XIX oder XVIII freigegeben, so steht es dem Fahrdienstleiter noch frei, die Einfahrt von Block Grünthal Y^2 oder von Holzwickede Z^2 zu ziehen.

Den Freigabestrom erhält Stellwerk IV nach Abb. 28, Taf. XXXIII über die Auflösevorrichtung im Stellwerke V. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Einfahrten auf Signal Y_1 und Z_2 in Gleis XVI, nur gibt hierbei nicht Stellwerk IV, sondern II frei.

Der Lauf der Freigabe-, Auflöse-, Kuppel- und Signalrückmelde-Ströme bei diesen 7 Einfahrten bietet gegenüber den schon früher beschriebenen, in Abb. 19, Taf. XXXII dargestellten Stromläufen für die Einfahrten im Stellwerksbezirke I nichts wesentlich Neues. Es sei daher hier nur auf die Darstellung in Abb. 28 bis 43, Taf. XXXIII und XXXIV verwiesen.

Zu Abb. 33, Taf. XXXIV ist indes noch zu bemerken, dafs die Umschalter 264, 265 in den Fahrstrafsenschaltern Feld 20 und Feld 22 durch die Verbindung von Klemme 264 mit 266 überbrückt worden sind, damit die Auslösung des Sperrfeldes Y 1/2/3 auch dann erfolgt, wenn bei der Fahrt auf Signal Y eine Fahrt Z_3 XVIII oder Z_2 stattfindet.

Die Einfahrten der Personenzüge auf Signal Z_1 und U_2 in Gleis IV und auf Z_1 und U_1 in Gleis III werden nach Abb. 28, Taf. XXXIII von dem Aufsichtsbeamten auf dem Bahnsteige frei gegeben, und zwar wird durch die Freigabe, die sich auf die beiden Einfahrten in Gleis IV oder die beiden Einfahrten in Gleis III erstreckt, der Zustimmungshebel in dem bei der Fahrt mitbeteiligten Stellwerke III bedienbar. Der Beamte im Stellwerke III zieht dann den Zustimmungshebel, wodurch der Fahrstrafsenhebel für die beiden in Frage kommenden Fahrten im Stellwerke V frei wird.

Soll beispielsweise die Einfahrt auf Signal Z_1 in Gleis III stattfinden, so stellt der Bahnsteigbeamte seine Freigabetaste aus der Ruhelage nach B 31, B 33 um. Dadurch wird der Freigabestrom geschlossen. Er fliefst vom 30-Voltspeicher über die Auflösetaste des Telegraphisten im Stellwerke V: V 21, V 22, nach der Freigabetaste des Bahnsteigbeamten, B 31, B 33, zum Stellwerke III, Zustimmungsschalter Feld 28, der wie ein Fahrstrafsenschalter eingerichtet ist, Klemme 127, Umschalter 233, 234, Klemme 815, Freigabemagnet, Klemme 814, 114, Fahrstrafsenschalter, Feld 27, Klemme 114, Wecker zur Erde. Am Fenster des Zustimmungschalters Feld 28 zeigt sich statt der grünen die weifse Scheibe und der Wecker ertönt. Der Weichensteller im Stellwerke III stellt die Weichen 117/114 a/c, wenn nötig, auf + und legt dann den Zustimmungshebel um. Dadurch wird der Freigabestrom beim Umschalter 233, 234 abgeschaltet und über 235, 236 weitergeschaltet nach Klemme 811, Ankerstromschliefser 71, 72, der Anker mufs abgefallen sein, und mufs dadurch den Fahrstrafsenhebel verschlossen halten, Klemme 812, 112, zum Weichenschalter 114 a/c 117, Feld 6 im Stellwerke III, Klemme 115, Kuppelstromschliefser 341, 342, Klemme 118, nach Stellwerk V, Fahrstrafsenschalter Z_1/U_1 III. Feld 26, Klemme 127, 213, 214, 236, 232, 815, Freigabemagnet, Klemme 814, 114, über den Wecker zur Erde. Der Farbwechsel am Fenster des Fahrstrafsenschalters und das Ertönen des Weckers zeigen an, dafs der Fahrstrafsenhebel frei geworden ist.

Der Fahrdienstleiter im Stellwerke V ist jetzt in der Lage, Signal Z_1 oder U_1 ziehen zu können. Ist Z_1 zu ziehen, so stellt er den Fahrstrafsenhebel Z_1, U_1, Feld 26 nach links ein. Dadurch wird der Lauf des Freigabestromes im Feld 26 bei 213, 214 unterbrochen und der weitere Stromlauf von Klemme 213 nach 811, Ankerstromschliefser 71, 72, Klemme 812, Fahrstrafsenumschalter 211, 212, Klemme 117 zum Weichenschalter 126 b, Feld 99 (Abb. 34, Taf. XXXIV), Klemme 111, Kuppelstromschliefser 311, 312, zu den Kuppelstromschliefsern 321, 322 der Weichen 122/127 b/d, Feld 104, 311, 312 der Weichen, 124/130, Feld 102, 321, 322 der Weichen, 166/170, Feld 51, 341, 342 der Weichen, 169/171, Feld 48, Klemme 112 Feld 48, zum untern Stromschliefser an der Verschlufsstange des Gleichstromfeldes Z 1, 2, 3 zum Signalschalter 3, Klemme 112, 825, Arbeitschalter 31, 32, Klemme 811, Widerstand, 117 zur Erde. Der Kuppelmagnet zieht seinen Anker an, das Fenster zeigt »weifs mit rotem Querstriche«. Der Signalhebel ist frei geworden. Wird er umgestellt, so tritt Stromunterbrechung am Arbeitschalter bei 31, 32 ein, und der Strom fliefst als Kuppelstrom über 31, 33 weiter nach Klemme 824, 118, Widerstand, 123, Widerstand, 128 zum Fahrstrafsenschalter Z_1 U_2 IV, Feld 25, Klemme 121, 221, zum Fahrstrafsenschalter Z_1 U_1 III, Feld 26, 221, 222, der Hebel ist umgestellt, Klemme 116, Leitung 5, Flügelkuppelung Z_1 zur Erde. Auch läuft die Triebmaschine und stellt das Signal auf »Fahrt«. Dabei wird bei 4, 4 a das Vorsignal eingeschaltet. Der Kuppelstrom fliefst weiter zum Vorsignale und kuppelt dort den Antrieb mit der Scheibe. Der Stellstrom stellt das Vorsignal auf »Fahrt«. Dadurch wird der Rückmeldestrom am Rückmeldestromschliefser des Vorsignales bei 4 (Abb. 35, Taf. XXXIV) geschlossen, der vom 30-Voltspeicher fliefst nach dem Signalfelde 3, Klemme 111, 812, Rückmeldemagnet, Klemme 826, 115, Rückmeldemagnet am Vorsignale zur Erde. Das obere Fenster des Signalschalters zeigt nun weifs.

Erreicht die erste Achse des einfahrenden Zuges den Schienenstromschliefser, so entsteht ein Stromlauf nach Abb. 37, Taf. XXXIV vom 30-Voltspeicher zum Signalschalter Z 1, 2, 3, Feld 3, Klemme 126, Achsstromschliefser 1, 3, Signalhebel in »Fahrt«-Stellung, Klemme 127, Stromschliefser an der Verschlufsstange der elektrischen Druckknopfsperre, Ankerwickelungen dieser Sperre zur Erde. Die Sperre wird ausgelöst und schaltet ihren Auslösestrom selbst ab.

Wird nun der Signalhebel in die Ruhelage gebracht, so kann die Blockrückmeldung gemacht werden. Dabei wird das Endfeld und das mit ihm unter Gemeinschaftstaste liegende Gleichstromfeld geblockt. Der Wechselstrom läuft vom Stromgeber

des Blockwerkes im Stellwerke V nach Abb. 36, Taf. XXXIV zum Signalschalter Z 1, 2, 3, Feld 3, Klemme 124, nach dem Signale Z, Stromschliefser 13 S, 14 S und zurück zum Stellwerke Feld 3, Klemme 121, Achsstromschliefser 4, 5, Klemme 125, durch die Wickelungen des Endfeldes über die Strecke zum Blockwerke der nächsten Blockstelle, dort durch die Wickelungen des Anfangsfeldes zur Erde. Das Anfangsfeld wird frei; ein Zug könnte nachfolgen. Es kann indes im Stellwerke V eine Einfahrt Z zunächst noch nicht wieder gezogen werden, weil das geblockte Gleichstromfeld nach Abb. 34, Taf. XXXIV den Signalkuppelstrom der Z-Signale unterbrochen hat. Diese Sperrung wird erst wieder aufgehoben, wenn der Fahrstrafsenhebel Z_1 III nach Auflösung der Fahrstrafse in die Mittelstellung gebracht wird. Dadurch wird erreicht, dafs das Signal nach einer Freigabe nur einmal gezogen werden kann, weil der Fahrstrafsenhebel, sobald er in die Ruhelage gelangt, durch den abgefallenen Anker des Freigabemagneten gesperrt wird. Aus Abb. 38, Taf. XXXIV ist ersichtlich, wie das Sperrfeld Z 1, 2, 3 ausgelöst wird, sobald der Fahrstrafsenhebel Z_1 III in die Ruhelage gelangt. Der Auslösestrom fliefst vom 30-Voltspeicher zum Fahrstrafsenschalter Z^3 XIX, Feld 17, Klemme 129, 271, Fahrstrafsenstromschliefser 273, 274, Fahrstrafsenhebel in Mittelstellung, Klemme 821, Ankerstromschliefser 74, 75, der abgefallene Anker hat den Fahrstrafsenhebel gesperrt, Klemme 822, 111 und weiter in gleicher Weise über die Fahrstrafsenschalter Z^3 XVIII, Feld 20, Z^3 XVII, Feld 21, Z^2, Feld 22, Z^1 IV, Feld 25, Z^1 III, Feld 26, über den Stromschliefser an der Verschlufsstange des Gleichstromfeldes Z 1, 2, 3, durch die Ankerwickelungen dieses Feldes und über den Stromschliefser an der Druckstange desselben Feldes zur Erde. Das Gleichstromfeld wird ausgelöst und schaltet sich selbst ab, da dabei sein Auslösestrom an der Verschlufsstange unterbrochen wird.

Damit die Auslösung des Sperrfeldes Z 1, 2, 3 auch dann erfolgt, wenn gleichzeitig mit einer Z-Fahrt eine Fahrt Y_2 XIX, Y_2 XVIII, Y_1, U_2 oder U_1 stattfindet, sind nach Abb. 38, Taf. XXXIV die Fahrstrafsenstromschliefser 273, 274 an den Z-Schaltern durch die Verbindung 273, 271, 272, 274 an den U-Schaltern, sowie an den Y-Schaltern überbrückt.

Bevor der Fahrstrafsenhebel Z_1 U_1 III aus der gezogenen Lage in die Mittelstellung gebracht werden kann, mufs der Telegraphist im Stellwerke V die Fahrstrafse auflösen. Zu diesem Zwecke legt er, sobald er sich überzeugt hat, dafs der Zug mit Schlufssignal eingefahren ist, seine Auflösetaste aus der Ruhelage V 21, V 22 nach V 21, V 23 (Abb. 28, Taf. XXXIII) um. Dann fliefst der Auslösestrom vom 30-Voltspeicher über V 21, V 23, Stellwerk V, Fahrstrafsenschalter Z_1/U_1 III, Feld 26, Klemme 126, Fahrstrafsenstromschliefser 231, 232, 815, Freigabemagnet, Klemme 814, 114, Fahrstrafsenschalter Feld 27, Klemme 114, über den Wecker zur Erde. Der Freigabemagnet zieht seinen Anker an und gibt dadurch den Fahrstrafsenschalter frei.

Wird nun der Fahrstrafsenhebel in die Mittelstellung gebracht, so wird der Auflösestrom bei 231, 232 abgeschaltet und über 231, Stromschliefser, 233, 234, Klemme 128 weitergeführt nach Stellwerk III, Zustimmungsschalter Z_1/U_1 III, Feld 28, Klemme 126, Stromschliefser 245, 246, der Zustimmungshebel ist noch gezogen, Klemme 234, 815, Ankerwickelungen des Freigabemagneten, Klemme 814, 114 über den Wecker zur Erde. Der Freigabemagnet zieht seinen Anker an und gibt den Zustimmungshebel frei. Wird dieser Hebel in die Ruhelage gebracht, so wird der Auflösestrom bei 245, 246 unterbrochen und über den Stromschliefser 243, 244, Klemme 128 weitergeführt zur Freigabetaste auf dem Bahnsteige, Stromschliefser B 34, B 36, Magnet Z_1/U_1 III zur Erde. Der Magnet zieht seinen Anker an, die Freigabetaste wird durch Federwirkung in die Ruhelage gebracht und der Auflösestrom wird über B 34, B 35 weitergeführt zur Auflösevorrichtung des Telegraphisten im Stellwerke V, durch die Magnetwickelungen zur Erde. Der Magnet zieht seinen Anker an und die Auflösetaste kehrt in ihre Ruhestellung zurück.

Die Stromläufe für die Einfahrten der Personenzüge von Westhofen J_1 in Gleis II und J_2 in Gleis I sind in Abb. 44 bis 48, Taf. XXXV dargestellt. Der Aufsichtsbeamte auf dem Bahnsteige gibt die Fahrt frei, der Fahrdienstleiter im Stellwerke V hat Zustimmung zu geben, der Beamte im Stellwerke III zieht das Signal und der Telegraphist im Stellwerke V löst demnächst die Fahrstrafse auf. Die Vorgänge entsprechen im Einzelnen den früheren eingehenden Schilderungen und können demnach ohne weiteres in Abb. 44 bis 48, Taf. XXXV verfolgt werden. Abb. 44, Taf. XXXV zeigt den Lauf der Freigabe-, Kuppel- und Auflöse-Ströme; Abb. 45, Taf. XXXV den Signalrückmeldestrom; Abb. 46, Taf. XXXV die Auslösung der elektrischen Druckknopfsperre; Abb. 47, Taf. XXXV die Führung des Wechselstromes für die Blockrückmeldung, und Abb. 48, Taf. XXXV die Auslösung des Sperrfeldes für beide Fahrten.

Schliefslich ist für die Ausfahrten nach Westhofen K aus Gleis IV und L aus Gleis III im Stellwerke III ein Fahrstrafsenschalter k l, Feld 30, und ein Signalschalter K L, Feld 34, angeordnet. Die Stromläufe für diese Fahrten sind aus Abb. 49 bis 51, Taf. XXXVI zu ersehen. Der Beamte zieht die Signale, wobei er nur von Block Steinhausen abhängig ist, und zwar dadurch, dafs die Blockrückmeldung des vorausgefahrenen Zuges eingetroffen sein mufs. Der Fahrstrafsenhebel k l ist demnach in der Ruhelage nicht gesperrt, er kann nach rechts oder links bewegt werden. Er wird jedoch in der gezogenen Stellung durch den abgefallenen Anker seines Magneten gesperrt. Die Entsperrung des Fahrstrafsenhebels erfolgt durch die letzte Achse des ausgefahrenen Zuges beim Verlassen der Sonderschiene.

Der Lauf der Kuppel-, Signalrückmelde- und Auflöse-Ströme ist aus Abb. 49, Taf. XXXV ersichtlich. Abb. 50, Taf. XXXV zeigt den Lauf des Wechselstromes beim Blocken des Anfangsfeldes der Strecke nach Block Steinhausen. In Abb. 51, Taf. XXXV ist der Lauf der Stellströme und Überwachungströme dargestellt.

(Schlufs folgt.)

Übergangsbogen.†)

Von Dr. techn. K. Watorek, Konstrukteur an der Technischen Hochschule in Lemberg.

Die Schnellfahrversuche zwischen Marienfelde und Zossen 1903*), wie auch der Betrieb auf der stark gekrümmten Schwebebahn Barmen-Elberfeld-Vohwinkel bieten die Veranlassung, die vielfach schon als abgeschlossen geltende Frage des Übergangsbogens wieder aufzunehmen.

Es wurde nachgewiesen, dafs die Krümmungen bei Anwendung grofser Geschwindigkeiten ein ruhiges und sicheres Befahren gestatten, wenn nur Bogenhalbmesser und Überhöhung der Geschwindigkeit entsprechen, dafs aber die Übergänge bedenkliche Erscheinungen hervorrufen. Bei jeder Bogen-Ein- und Ausfahrt der Standbahn erleidet das Fahrzeug Stöfse, deren Stärke mit der Geschwindigkeit wächst, und die auf den Oberbau zerstörend einwirken, die Betriebssicherheit gefährden. Beim Befahren der Bogen der Schwebebahn, deren Übergänge im wesentlichen denen der Standbahn nachgebildet sind, entstehen unangenehme Pendelbewegungen des Wagens, wenn mit voller Geschwindigkeit gefahren wird.

Die Ursache der Stöfse bei der Standbahn und der Pendelbewegungen bei der Schwebebahn während der Fahrt im Übergangsbogen ist in deren unrichtiger Anlage als kubische Parabel zu suchen, was auch in dem Aufsatze »Übergangsbogen«**) eingehender Überlegung unterzogen wurde.

Im Jahre 1903 erschien eine Abhandlung von Regierungsbaumeister Ruch***), in der der Verfasser auf Grund der Beobachtung der Bewegungsänderungen bei der Einfahrt des Fahrzeuges in den Bogen die Gleichung der Überhöhungslinie, der Schwerpunktbahn und der Gleisachse ableitet.

Da diese Abhandlung die erwähnten Umstände einigermafsen berücksichtigt, und ihr Leitgedanke Anhaltspunkte für die von mir abgeleitete Gleichung des Übergangsbogens darbietet, sollen die Ergebnisse Ruch's zunächst eingehender besprochen werden.

Der von Ruch abgeleitete Übergangsbogen kann aus nachstehenden Gründen nicht zur Anwendung gelangen:

1. Das Legen und Erhalten der aus drei unabhängigen Teilen zusammengesetzten Überhöhungslinie des äufsern Schienenstranges ist schwer durchführbar.
2. Die S-förmige Gestalt der Gleisachse eignet sich nicht zur Anwendung; auch wäre die Erhaltung des so gestalteten Gleises schwierig, weil die Abweichung der anfänglichen Gegenkrümmung zu klein ist.
3. Mit Rücksicht darauf, dafs die Achsen des Fahrzeuges mit dem Wagenkasten elastisch und mit Spielräumen verbunden sind, daher die Bewegungen dieser beiden Hauptteile in gewissen Grenzen unabhängig von einander sind, liegt die Voraussetzung nahe, dafs der Ruch'sche Übergangsbogen kein sanftes Befahren gestatten wird. Im ersten Abschnitte gehen die Bahnen der Achsen und des Kastens auseinander, der Kasten bewegt sich in der Schwerpunktbahn, somit nach der Innenseite des Bogens, während die Achsen im Gleise nach Aufsen zu laufen gezwungen sind. Diese Abweichung der Wege hat die Ausnutzung der Spielräume zwischen Kasten und Achsen an der Innenseite des Bogens und dann das Anlegen der Spurkränze an den innern Schienenstrang zur Folge, welches Anlegen durch die Wirkung der Fliehkraft der Achsen und die entgegengesetzte Überhöhung gesteigert wird. Im zweiten Abschnitte, wo die Krümmungshalbmesser der Schwerpunktsbahn und der Gleisachse gleich sind, verschwindet der Druck am innern Schienenstrange, der Wagen nimmt seine natürliche Lage wie im vollen Bogen an. Im dritten Abschnitte sind die Krümmungshalbmesser der Gleisachse kleiner, als die der Schwerpunktsbahn, und die für die Gleisachse zu kleine Überhöhung wird die Verschiebung des Wagens nach Aufsen bewirken. Diese Änderungen der Lage des Fahrzeuges im Gleise werden sich bei der Schnellfahrt als Stöfse bemerkbar machen.
4. Die Überführung des Gleises von der Geraden in den Bogen ist eine sehr unregelmäfsige. Der erste Bogenabschnitt hat entgegengesetzte Krümmung, im Übergange vom ersten zum zweiten Abschnitte findet ein bedeutender Sprung im Werte des Krümmungshalbmesser der Gleisachse statt. Ähnliche Sprünge entstehen beim Übergange vom zweiten zum dritten Abschnitte und beim Übergange in den Kreisbogen. Endlich ist im dritten Abschnitte der Krümmungshalbmesser der Gleisachse kleiner, als der des vollen Kreisbogens, was der Grundbedingung des Übergangsbogens widerspricht, und bei kleinem Halbmesser des Bogens sogar unzulässig erscheint.

Wenn die anfängliche Gegenkrümmung der Ruch'schen Linie durch die verlängerte Gerade ersetzt wird, so wird die Schwerpunktbahn im ersten Abschnitte eine Parabel und im zweiten eine Gerade bilden, wodurch das geradlinige Verhältnis zwischen Krümmungshalbmesser und Überhöhung vollständig verloren geht.

Im allgemeinen ist somit die Vernachlässigung der Abweichung der Gleisachse von der Schwerpunktsbahn ebenso unzulässig, wie beim üblichen Übergangsbogen die Vernachlässigung der Schwerpunktsbahn gegen die Gleisachse.

Die Ableitung der neuen Gleichung für den Übergangsbogen beruht auf nachstehenden Grundsätzen:

1. Damit sich der Wert des Krümmungshalbmessers, sowohl in der Gleisachse, als auch in der Schwerpunktsbahn stetig und ohne Sprünge ändert, mufs die Überhöhung eine einheitliche, stetig durchlaufende Linie bilden, sodafs eine sanfte Hebung des äufsern Schienenstranges ermöglicht wird.
2. Die Gleisachse soll eine stetige, gegen die verlängerte

*) Organ 1904, S. 62 und 160.

**) Organ 1905, S. 23.

***) Organ 1903, S. 59 und 71.

†) Organ 1906, S. 96; 1905, S. 23; 1903, S. 59, 71 und 137; 1899, S. 265; 1897, S. 178.

Gerade gewölbt verlaufende Linie sein, deren Krümmungshalbmesser, dem Werte der jeweiligen Überhöhung entsprechend von ∞ bis zum Werte des Kreisbogenhalbmessers r stetig abnimmt.

3. Die Schwerpunktsbahn soll ebenfalls eine stetige, gegen die Gerade gewölbt verlaufende, den Wert des Krümmungshalbmessers von ∞ bis r wechselnde Linie bilden.

Die in der Rechnung zu verwendenden Bezeichnungen sind:

η die Höhen der Überhöhungslinie,
x der Abstand dieser Höhen vom Anfange des Übergangsbogens,
$\frac{1}{n}$ das Neigungsverhältnis der Überhöhungslinie in deren Wendepunkte,
h die Überhöhung im vollen Bogen,
l die Länge des Übergangsbogens,
ϱ und ϱ_1 die Krümmungshalbmesser der Gleisachse und der Schwerpunktsbahn,
r der Halbmesser des Kreisbogens,
y die Abweichung der Gleisachse von der Geraden im Grundrisse,
ζ die Abweichung der Schwerpunktsbahn von der Geraden im Grundrisse,
t die Höhe des Schwerpunktes des Fahrzeuges über Schienenoberkante,
s die Spurweite,
v die Fahrgeschwindigkeit,
ϑ die seitliche Abweichung des Schwerpunktes von der Gleisachse im Grundrisse,
g die Erdbeschleunigung,
C ein Festwert $= \frac{s\,v^2}{g}$.

I. Bestimmung der Überhöhungskrümmung.

Die Überhöhungskrümmung des äufsern Schienenstranges sei im allgemeinen dargestellt durch

$$\eta = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4 + a_5 x^5 + \ldots a_n x^n$$

Nach den obigen Anforderungen sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

1. Am Anfange der Überhöhungskrümmung, für $x = 0$ soll:
   a) die Überhöhung $\eta_{(x=0)} = 0$ sein,
   b) die Berührende der Überhöhungskrümmung wagerecht verlaufen, also $\frac{d\eta}{dx}_{(x=0)} = 0$ sein,
   c) damit die Schwerpunktsbahn an ihrem Anfange einen unendlich grofsen Krümmungshalbmesser erhält, mufs $\frac{d^2\eta}{dx^2}_{(x=0)} = 0$*) sein.
2. Für einen bestimmten Wert $x = x_1$ soll:
   a) mit Rücksicht auf die Windschiefe der Schienenstränge die Berührende der Überhöhungskrümmung eine bestimmte Neigung gegen die Wagerechte erhalten somit: $\frac{d\eta}{dx}_{(x=x_1)} = \frac{1}{n}$ sein,
   b) im demselben Punkte die Überhöhungskrümmung den Wendepunkt haben somit $\frac{d^2\eta}{dx^2}_{(x=x_1)} = 0$ sein,
3. Am Ende des Übergangsbogens für $x = l$ soll:
   a) die Überhöhung den dem Halbmesser des Kreisbogens r entsprechenden Wert annehmen $\eta_{(x=l)} = h$,
   b) die Berührende der Überhöhungskrümmung wagerecht verlaufen, also $\frac{d\eta}{dx}_{(x=l)} = 0$ sein,
   c) damit der Krümmunghalbmesser der Schwerpunktsbahn am Ende der Linie den Wert r annimmt, $\frac{d^2\eta}{dx^2}_{(x=l)} = 0$*) sein.

Die Bedingungen 1a, 1b und 1c ergeben:

$$a_0 = a_1 = a_2 = 0.$$

Die zurückbeibenden fünf Bedingungen 2a bis 3c gestatten die Werte für x_1 und l sowie drei Wertziffern zu bestimmen, somit ist die Gleichung der Überhöhungslinie vom fünften Grade anzunehmen:

$$\eta = a_3 x^3 + a_4 x^4 + a_5 x^5$$

mit den Ableitungen:

$$\frac{d\eta}{dx} = 3 a_3 x^2 + 4 a_4 x^3 + 5 a_5 x^4$$

$$\frac{d^2\eta}{dx^2} = 6 a_3 x + 12 a_4 x^2 + 20 a_5 x^3.$$

Die Bedingungsgleichungen sind:

Gl. α) nach 2a: $3 a_3 x_1^2 + 4 a_4 x_1^3 + 5 a_5 x_1^4 = \frac{1}{n}$

Gl. β) nach 2b: $6 a_3 x_1 + 12 a_4 x_1^2 + 20 a_5 x_1^3 = 0$

Gl. γ) nach 3a: $a_3 l^3 + a_4 l^4 + a_5 l^5 = h$

Gl. δ) nach 3b: $3 a_3 l^2 + 4 a_4 l^3 + 5 a_5 l^4 = 0$

Gl. ε) nach 3c: $6 a_3 l + 12 a_4 l^2 + 20 a_5 l^3 = 0.$

Aus Gl. γ) δ) und ε) folgen:

Gl. m) $a_3 = \frac{10\,h}{l^3}$, $a_4 = -\frac{15\,h}{l^4}$, $a_5 = \frac{6\,h}{l^5}$.

Durch Einsetzung dieser Werte in die Gl. α) und β) ergeben sich:

Gl. 1) . . . . $x_1 = \frac{3\,.\,5}{2^4}\,n\,h$

Gl. 2) . . . . . . $l = \frac{3\,.\,5}{2^3}\,n\,h = 2\,x_1.$

Die Werte der Gl. 1) und 2) geben mit den Gl. m):

$$a_3 = \frac{2^{10}}{3^3.5^2.n^3.h^2}$$

$$a_4 = -\frac{2^{12}}{3^3.5^3.n^4.h^3}$$

$$a_5 = \frac{2^{16}}{3^4.5^5.n^5.h^4}$$

die Gleichung der Überhöhungslinie lautet also:

Gl. 3) $\eta = \frac{2^{10}}{3^3.5^2.n^3.h^2}\left(x^3 - \frac{2^2}{5\,n\,h}\,x^4 + \frac{2^6}{3\,.\,5^3.n^2.h^2}\,x^5\right).$

---

*) Dies folgt aus nachstehend aufgestellter Gl. p). Da nämlich $\varrho_1 = \frac{\left[1 + \left(\frac{d\zeta}{dx}\right)^2\right]^{3/2}}{\frac{d^2\zeta}{dx^2}}$, so wird $\varrho_1 = \infty$ für $\frac{d^2\zeta}{dx^2} = 0$, was nur stattfinden kann, wenn nach Gl. p) $\frac{d^2\eta}{dx^2}_{(x=0)}$ gleich Null wird.

*) Dies folgt aus der nachstehend aufgestellten Gl. p). Wenn $\frac{d^2\zeta}{dx^2}_{(x=l)} = \frac{d^2y}{dx^2}$ werden soll, mufs $\frac{d^2\eta}{dx^2}_{(x=l)} = 0$ sein.

II. Die Gleisachse.

In jedem Punkte der Gleisachse soll der Krümmungshalbmesser der dort vorhandenen Überhöhung entsprechen, also

Gl. n) . . . . $\eta = \frac{C}{\varrho}$ sein.

Für flache Bogen kann mit hinreichender Genauigkeit angenommen werden:

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{d^2 y}{dx^2}.$$

Aus den Gl. 3) und n) folgt:

Gl. 4) $\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{2^{10}}{3^3 . 5^2 . C . n^3 . h^2}\left(x^3 - \frac{2^2}{5\,n\,h} x^4 + \frac{2^6}{3 . 5^3 . n^2 . h^2} x^5\right)$

als Differenzialgleichung der Gleisachse.

Durch Integration ergibt sich:

Gl. 5) $\frac{dy}{dx} = \frac{2^8}{3^3\,5^2\,C n^3\,h^2}\left(x^4 - \frac{2^4}{5^2 . n h} . x^5 + \frac{2^7}{3^2 . 5^3 . n^2 . h^2} . x^6\right)$

Gl. 6) $y = \frac{2^8}{3^3\,5^3\,C n^3 h^2}\left(x^5 - \frac{2^3}{3 . 5\,n\,h} x^6 + \frac{2^7}{3^2 . 5^2 . 7\,n^2 . h^2} x^7\right)$

Beide Integrations-Festwerte sind gleich Null, da für $x = 0$ $\frac{dy}{dx} = 0$ und $y = 0$ sein soll. Werden die rechten Seiten der Gl. 4) 5) und 6) gleich Null gesetzt und dann nach x gelöst, so erkennt man, dafs:

$$\text{für } x = 0,\ y = 0,\ \frac{dy}{dx} = 0,\ \frac{d^2y}{dx^2} = 0 \text{ ist.}$$

Die Gleisachse geht berührend in die Gerade über und hat hier unendlich grofsen Krümmungshalbmesser. Sonst erhält man von $x = 0$ bis $x = l$ keinen reellen Wert für x, wodurch bewiesen wird, dafs diese Gleisachse die Gerade nicht schneidet, keinen gröfsten und kleinsten Wert und auch keinen Wendepunkt hat, somit in ihrer ganzen Länge gewölbt gegen die Gerade verläuft.

Für einzelne Punkte der Linie ist:

$$\textbf{für } x = \frac{l}{2} = \frac{3 . 5}{2^4}\,nh.$$

Gl. 7) . . . . $\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{h}{2\,C} = \frac{1}{2\,r}.$

Gl. 8) . . . . $\frac{dy}{dx} = \frac{3 . 5^2 . nh^2}{2^9\,C}.$

Gl. 9) . . . . $y = \frac{3^2 . 5^2\,n^2 . h^3}{7 . 2^{10} . C}.$

$$\textbf{für } x = l = \frac{3 . 5}{2^3}\,nh.$$

Gl. 10) . . . . $\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{h}{C} = \frac{1}{r}.$

Gl. 11) . $\frac{dy}{dx} = \frac{3 . 5 . n h^2}{2^4 . C} = \operatorname{tg} \alpha$ (Textabb. 1).

Gl. 12) . . $y = \frac{3^2 . 5^2\,n^2 . h^3}{7 . 2^6 . C} = e$ (Textabb. 1).

Gl. 10) zeigt, dafs der Krümmungshalbmesser der Gleisachse am Ende des Übergangsbogens dem des Kreisbogens gleich ist, also ist der Anforderung des Wechsels des Krümmungshalbmessers der Gleisachse von ∞ bis r entsprochen.

Die Anwendung des Übergangsbogens bedingt das Abrücken des Kreisbogens von der Geraden nach Innen um das Mafs u (Textabb. 1, 2 und 3).

Um die Lage des Übergangsbogens gegen den Kreisbogen zu bestimmen, wird noch die Entfernung des Punktes B_2 in dem der verlängerte Kreisbogen die um u verschobene Gerade berührt, vom Endpunkte C des Übergangsbogens berechnet (Textabb. 1).

Abb. 1.

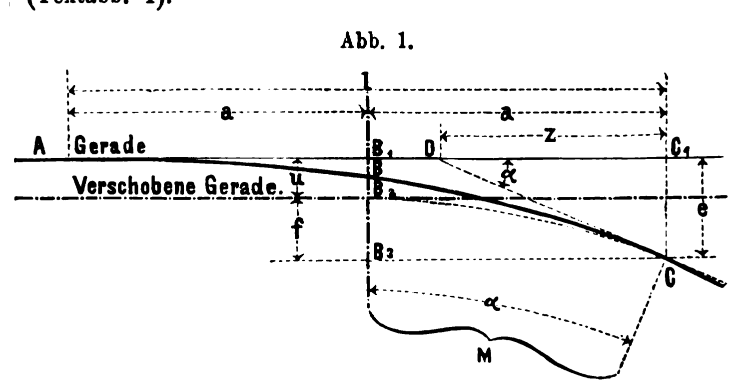
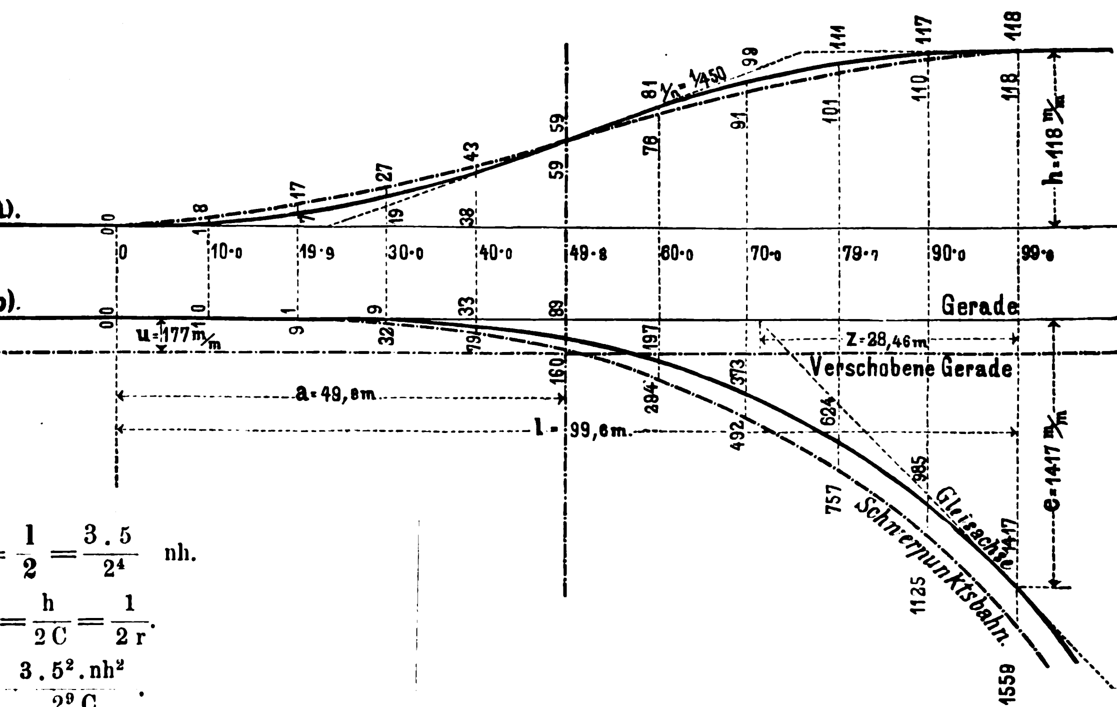


Abb. 2.



Im Dreiecke B_3 C M ist:

$B_3\,C = a = r \sin \alpha$ oder annähernd $= r \operatorname{tg} \alpha$; r ist $= \frac{C}{h}$ und für $\operatorname{tg} \alpha$ folgt der Wert aus Gl. 11), demnach ist:

Gl. 13) . . . . . $a = \frac{3 . 5}{2^4}\,n\,h = \frac{l}{2}.$

Die Gröfse der Verschiebung u folgt aus $u = e - f$, worin f die der Sehne 2a entsprechende Pfeilhöhe bezeichnet: angenähert ist:

$$f = \frac{a^2}{2r} = \frac{3^2 . 5^2 . n^2 . h^3}{2^9 . C}.$$

Nach Gl. 12) folgt:

$$\text{Gl. 14)}. \; u = \frac{3^2 . 5^2 . n^2 . h^3}{7 . 2^6 . C} - \frac{3^2 . 5^2 . n^2 . h^3}{2^9 . C} = \frac{3^2 . 5^2 . n^2 . h^3}{7 . 2^9 . C} = \frac{e}{8}.$$

Aus dem Dreiecke CC_1D wird der Abstand C_1D des Schnittpunktes der Endberührenden CD mit der Geraden vom Ende des Bogens

$$\text{Gl. 15)} \; . \; . \; z = C_1D = \frac{e}{tg\,\alpha} = \frac{3 . 5\,n\,h}{7 . 2^2} = \frac{2}{7}\,l.$$

Durch die Gl. 9) bis 15) ist der Übergangsbogen für Absteckungszwecke bestimmt.

(Schlufs folgt.)

Nachruf.

Ernst Schubert †.

Am 26. April hat der Tod den in weiten Kreisen des Eisenbahnwesens nicht nur in Deutschland, sondern auch im Auslande bekannten Geheimen Baurat Ernst Schubert seiner Familie, seinen Freunden und Fachgenossen entrissen.

Schubert wurde am 4. Februar 1843 in Lerbach in der Nähe von Hildesheim geboren. Nach Zurücklegung des Gymnasiums studierte er von 1860 an auf dem damaligen Polytechnikum zu Hannover das Baufach. Schon während des Studiums wandte er sich, soweit dies bei der damals noch stiefmütterlich behandelten Eisenbahnwissenschaft möglich war, dieser zu. Nach Vollendung der Studien war Schubert bei der Hannoverschen Staatsbahn und der Berlin-Görlitzer Bahn tätig und trat dann in die Verwaltung der preufsischen Staatseisenbahnen über, in denen er von 1895 die Stelle des Vorstandes einer Betriebsinspektion zuerst in Guben, dann in Berlin bei der wichtigen Betriebsinspektion 8, Anhalter und Dresdener Bahn, bekleidete. Seine hervorragenden Arbeiten auf dem Gebiete des Eisenbahn-Oberbaues, auf die wir weiter unten zurückkommen, liefsen ihn als die geeignetste Kraft erscheinen, für das bei der Eisenbahn-Direktion Berlin gegründete Dezernat zur wissenschaftlichen Untersuchung der Oberbaufragen. So erfolgte im April 1904 seine Ernennung zum Direktions-Mitgliede. Leider war es ihm nicht vergönnt, diese Stelle längere Zeit zu bekleiden; schon im Herbste 1906 mufste er nach längerer Krankheit um seine Versetzung in den Ruhestand einkommen.

Neben seiner sonstigen umfangreichen Diensttätigkeit hat es Schubert durch aufserordentlichen Fleifs und gröfste Ausdauer verstanden, sich nach mehreren Richtungen hin in den weitesten Kreisen des Eisenbahnwesens einen geachteten Namen zu schaffen.

Wir nennen zuerst seine schriftstellerische Tätigkeit als Verfasser der bekannten Katechismen für die verschiedenen Klassen von Unterbeamten der Bahnbewachung und Unterhaltung und des Bahnhofsdienstes, sodann seine Mit- und Weiterarbeit an dem »Susemihl«, jenem bekannten Hülfs- und Nachschlage-Buche für die mittleren technischen Eisenbahnbeamten, besonders die Bahnmeister. Mit diesen trefflichen kurz gefafsten, aber äufserst inhaltreichen Werkchen hat sich Schubert ein besonderes Verdienst um die bessere Fachkenntnis der Eisenbahn-Beamten erworben. Besonders zu erwähnen ist aber sein Lehrbuch über die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. Es war mit dem etwa gleichzeitig erschienenen Lehrbuch von Kolle lange Zeit das einzige über dieses wichtige und schwierige Gebiet der Eisenbahnwissenschaften, durch dieses Buch ist Schubert der Lehrmeister nicht nur seiner Altersgenossen, sondern auch des jüngern Geschlechtes geworden und wird es noch bleiben, obwohl inzwischen das Eisenbahn-Sicherungswesen an den Hochschulen die ihm gebührende Beachtung errungen und in dem Werke von Scholkmann in der »Eisenbahn-Technik der Gegenwart« eine umfassende Bearbeitung gefunden hat. Schuberts Buch bildet mit seiner kurzen, leicht fafslichen Darstellung immer noch das beste Lehrmittel zur Einführung in den schwierigen Stoff.

Wenn man von den bisher erwähnten Arbeiten Schuberts vielleicht sagen kann, dafs in ihnen das eigene schöpferische Schaffen noch zurücktritt hinter dem Verarbeiten und Darstellen des Vorhandenen, so tritt er uns auf zwei Gebieten als schaffende Kraft entgegen, auf dem Gebiet der Schneeschutzanlagen und des Eisenbahnoberbaues. Er war der Erste, der das Wesen der Schneeverwehungen in lange währenden Beobachtungen wissenschaftlich ergründete und darauf gestützt bestimmte Angaben über die Notwendigkeit der Schneeschutzanlagen, ihre Anordnung und Einzeldurchbildung machen konnte. Aufser in anderen Einzelveröffentlichungen sind seine Arbeiten in dieser Beziehung in der »Eisenbahn-Technik der Gegenwart« niedergelegt.

Die Hauptstärke Schuberts und sein Hauptverdienst liegt aber auf dem grofsen, schwierigen und wichtigen Gebiete des Eisenbahn-Oberbaues. Er erkannte frühzeitig, welch' aufserordentliche Bedeutung für die Sicherheit und vor allem für die Wirtschaft des Eisenbahnbetriebes die zweckmäfsige Durchbildung und Unterhaltung des Oberbaues hat. Er erkannte auch bald, dafs beim Oberbaue nicht die einzelnen Teile getrennt behandelt werden dürfen, sondern dafs der ganze Oberbau, Gleis und Bettung, in Entwurf und Unterhaltung durchaus als zusammengehörig aufzufassen, daher auch stets der Unterbau mit zu berücksichtigen ist. In umfangreichen, jahrelangen Versuchen erprobte er die verschiedensten Bauweisen, besonders auch das Verhalten der Bettungsstoffe, und diese Versuche im Betriebe ergänzte er dann durch solche im Laboratorium, für die er die erforderlichen Einrichtungen selbst entwarf und ständig verbesserte. Die Ergebnisse dieser streng wissenschaftlichen und stets Fühlung mit der Wirklichkeit haltenden Versuche legte er in einer Reihe von Veröffentlichungen nieder, mit denen er die Wissenschaft der Oberbau-Unterhaltung begründete. Seinen Bestrebungen, dafs die

preufsische Staatseisenbahn-Verwaltung die erforderlichen, nicht unerheblichen Geldmittel zur Verfügung stellen möge, um seine Versuche grofszügig fortzusetzen und zu erweitern, wurde in vollstem Mafse entsprochen; er selbst wurde damit betraut, eine besondere Bahn zu bauen, die den von ihm vorgeschlagenen Versuchen dienen sollte. Mit grofsem Eifer ging Schubert ans Werk, aber die Schwierigkeit, ein geeignetes Gelände für diese Bahn in der Umgebung von Berlin zu finden, zögerte die Bauausführung längere Zeit hin. Als der Plan endlich in der bekannten Versuchsbahn bei Oranienburg greifbare Gestalt annahm, lähmte eine schwere Krankheit Schuberts Schaffenskraft, er mufste das Werk anderen überlassen, er hat aber nie aufgehört, auch in den schwersten Krankheitsstunden zu bekunden, wie sehr er an der Verwirklichung seines langjährigen Strebens hing.

Die Eisenbahnwissenschaft verliert in Schubert einen gründlichen, nie ermüdenden Forscher, der sich nicht verlor in unfruchtbaren theoretischen Erwägungen, sondern immer die Beziehungen zu den Tatsachen, zum rollenden Rade, im Auge behielt. Wenn es wahr ist, was der Psalm sagt, so liegt ein köstliches Leben hinter ihm, denn es ist erfolgreiche Mühe und Arbeit gewesen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Oberbau.

Über das Verhalten eiserner Querschwellen.

(Railroad Gazette 1907, März, S. 272)

Der zwischen New-York und Chicago verkehrende 18-Stunden-Exprefszug der Pennsylvaniabahn entgleiste am 22. Februar 1907 in einem Gleisbogen bei Mineral-Point; drei von den vier Wagen des Zuges stürzten eine hohe Böschung hinunter in den Conemaugh-Flufs, fast alle 54 Reisende des Zuges wurden, wenn auch nicht lebensgefährlich, verletzt.

Der Zug wurde durch eine Atlantic-Lokomotive befördert und soll eine Geschwindigkeit von höchstens 80 km/St. gehabt haben.

Ein zur Untersuchung des Falles eingesetzter Ausschufs stellte fest, dafs die Entgleisung auf einer mit Carnegie-Eisenschwellen ausgerüsteten Versuchstrecke stattgefunden hatte und das Gleis von der Stelle, an der die Entgleisung begann, bis zu der Stelle, an der die Lokomotive zum Stehen kam, auf 379 m vollständig zerstört worden war. Der überhöhte Schienenstrang war über die Schwellenenden hinaus nach der Seite verschoben worden und lag frei auf der Bettung. Auf der Aufsenseite dieses Schienenstranges waren die Befestigungschrauben auf 379 m Länge abgeschert oder abgesprengt. Die Eisenschwellen waren vollständig verbogen, die Klemmplatten auf der Innenseite des nicht überhöhten Schienenstranges durch die entgleisten Räder stark beschädigt. Stellenweise hatten die Räder ganze Stücke aus dem Schienenfufse herausgebrochen, obgleich die Schiene selbst nicht aus ihrer ursprünglichen Lage verdrängt war. Die erste Schienenlasche der überhöhten Schiene war hinter der Stelle, an der die Entgleisung begann, durch das zweite Bolzenloch der Lasche gebrochen, und durch einen seitlichen Stofs nach auswärts gebogen. Das nicht in Mitleidenschaft gezogene Gleis wurde in tadellosem Zustande gefunden.

Die Ursache der Entgleisung konnte durch den Ausschufs nicht mit Sicherheit ermittelt werden. Er vermutet, dafs sich an der Stelle des Beginnes der Entgleisung irgend ein Gegenstand zwischen den Flansch des linken, hintern Tenderrades und die nicht überhöhte Schiene einzwängte. Der hierdurch entstandene seitliche Stofs genügte zum Abscheren der Befestigungsbolzen auf der Aufsenseite der überhöhten Schiene, weil die eisernen Schwellen und deren Befestigungsteile unnachgiebig waren und eine Kälte von 25° C herrschte.

Da der Ausschufs der Ansicht war, dafs die Folgen der Entgleisung bei Verwendung von Holzschwellen geringer gewesen sein würden, so wurde beschlossen, die an der Unfallstelle versuchsweise verlegten 3000 eisernen Schwellen wieder durch hölzerne zu ersetzen. —k.

Schienenabladevorrichtung von Dahm.*)

(Dinglers Polytechnisches Journal 1907, März, Band 322, Heft 10, S. 151. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 13 auf Tafel XL.

Mit der Schienenabladevorrichtung von Dahm (Abb. 13, Taf. XL) lassen sich die neuerdings fast allgemein eingeführten langen und schweren Schienen in möglichst kurzer Zeit bei Wahrung der vollen Betriebsicherheit und ohne Gefahr für die Arbeiter, sowie ohne Schädigung der Schienen durch Bruch abladen und verteilen.

Die Abladevorrichtung besteht in einer Gittersäule, die an die feldseitige Langseite des mit Schienen beladenen Wagens angeschraubt wird. Oben auf der Säule ist ein über die Breite des Wagens reichender Ausleger befestigt, auf dem sich eine Laufkatze befindet. Gittersäule und Ausleger sind durch ein gebogenes Rahmenstück mit einander verbunden. An der Laufkatze ist ein Getriebe mit Sperrklinke, eine Seiltrommel und Kurbel angeordnet. Mit einer mit dem Drahtseile verbundenen selbsttätigen Zange wird die Schiene auf dem Wagen gefafst, durch eine Umdrehung der Kurbel hochgehoben und durch Festlegung des Getriebes schwebend gehalten. Sodann wird die Schiene mit der Laufkatze auf dem Ausleger bis zur Langseite des Wagens gefahren und nach Freimachen des Getriebes neben dem Wagen auf die Kiesbettung hinabgelassen.

Die Abladevorrichtung ist einfach und sicher und dabei so leicht gebaut, dafs sie von zwei Arbeitern angebracht und bedient werden kann. Sie läfst sich mittels verstellbarer Befestigungsklauen leicht und sicher an jedem bordlosen oder Langholz-Wagen anbringen. Da der Ausleger nicht über das Lademafs hinausreicht, so kann der Wagen mit angebrachter Abladevorrichtung über alle Stellen der Bahn fahren.

*) D. R. G. M. Nr. 220550.

Das Abladen und Verteilen von 15 m langen Schienen auf freier Strecke, das jetzt 18 kräftige Arbeiter erfordert, wird bei Anwendung von zwei Vorrichtungen an einem Wagen von sechs Arbeitern rasch und ohne Störung ausgeführt.

Die Abladevorrichtung, welche auch zum Abladen von Eisenschwellen, Weichenzungen, Schienenherzstücken insbesondere in Oberbau-Vorratlagern Verwendung findet, hat sich bisher gut bewährt. Auf freier Strecke sind von sechs Arbeitern 35 bis 42 Schienen in 30 bis 35 Minuten abgeladen worden; von dieser Zeit wurden 7 bis 9 Minuten für das Anschrauben der Vorrichtung gebraucht. Bei der Versendung der Schienen ist jedoch schon in den Hüttenwerken darauf zu achten, dafs die Schienen mit dem Kopfe nach oben gelegt werden, damit nicht durch das Umdrehen der Schienen beim Abladen unnötig Zeit verloren geht.

Hergestellt wird die Dahmsche Schienenabladevorrichtung von W. zur Nieden in Altenessen. —k.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Der neue Union-Bahnhof in Lexington, Kentucky.

(Railroad Gazette 1907, Januar, Band XLII, S. 75. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 9, Taf. XL.

In Lexington, Kentucky, wird gegenwärtig ein neuer Union-Bahnhof gebaut für die Chesapeake-Ohio-, die Louisville-Nashville- und die Lexington-Eastern-Bahn; die letztere ist eine 150 km lange Linie von Lexington nach Jackson, Kentucky.

Das Empfangsgebäude liegt an der Südseite der Main-Street (Abb. 9, Taf. XL), die Gleise der drei Bahnen an der Water-Street. Das Bahnhofsgelände hat an der Main-Street eine Länge von 80,77 m und bis zum Bahnsteige eine Tiefe von 73,15 m. An der Ostseite befindet sich ein 4,88 m breiter Dienst-Fahrweg. Zwischen diesem Wege und dem Ostende des Empfangsgebäudes führt eine 12,19 m breite Überführung von der Main-Street über die Eisenbahngleise nach der High-Street, die erste Strafse südlich der Water-Street. Die Steigung der Überführung ist eine solche, dafs von ihrer Ebene aus ein Eingang in das Obergeschofs des Empfangsgebäudes führt, und so die hier befindlichen Dienstzimmer bequem zugänglich sind. Der unter der Überführung nächst dem Empfangsgebäude befindliche Raum ist für Dienstwagen bestimmt; in den für Personenwagen bestimmten Platz vor dem Empfangsgebäude dürfen keine Gepäck-, Post- oder Bestätterungs-Wagen einfahren.

Das Empfangsgebäude steht ungefähr 46 m von der Main-Street zurück. Von jeder der beiden an der Strafse liegenden Ecken des Vorplatzes führt ein Fahrweg nach dem Haupteingange der grofsen Wartehalle. Der Zugang zu den Bahnsteigen erfolgt entweder durch die Hauptwartehalle, oder durch die Wartehalle für Farbige. Die ankommenden Reisenden brauchen nicht durch diese Wartehallen zu gehen, sondern können durch einen offenen Durchgang am Westende des Empfangsgebäudes nach der Strafse gelangen. Auf diese Weise werden die Reisenden völlig vom Gepäck-, Bestätterungs- und Post-Ende des Empfangsgebäudes getrennt.

Der Bahnsteigvorplatz zwischen dem Empfangsgebäude und dem Bahnsteige hat eine Gröfse von 15,24 × 67,06 m. Er ist überdacht und gegen Witterungseinflüsse geschützt und wird durch Oberlichter erleuchtet und gelüftet. Er ist mit einer hohen eisernen Einfriedigung umgeben, welche den Zugang zum Bahnsteige nur durch die Tore gestattet. Der Bahnsteig nächst dem Vorplatze ist 4,27 m breit. Es sind drei Gleise vorhanden, zwei für den Ortsverkehr und das äufsere für den Durchgangsverkehr. Der Bahnsteig zwischen dem Gleise für den Durchgangsverkehr und den Gleisen für den Ortsverkehr ist 6,10 m breit. Auf den Bahnsteigen sind Säulen soviel als möglich vermieden. Die beiden Bahnsteige sind zusammen 213,36 m lang. Statt der »Regenschirm«-Dächer sind »Schmetterlings«-Dächer verwendet, auf denen alles Wasser nach der Mitte fliefst, von wo es an jeder Säule nach den Abflufsröhren geführt wird; Tropfenfall oder Rinnen an den Dachrändern sind so vermieden.

Im Erdgeschosse des Empfangsgebäudes befindet sich in der Mitte die 15,24 × 21,95 m grofse Wartehalle mit einem 16,76 m hohen Tonnengewölbe. Diese Wartehalle wird durch die beiden grofsen Giebelbogen und durch Kunstglas-Oberlichter erleuchtet. Die Wartehalle für Farbige ist 6,71 × 14,63 m grofs. Die Fahrkartenausgabe liegt zwischen den beiden Hallen, von beiden aus erreichbar, aber die Reisenden trennend. Auf der der Fahrkartenausgabe gegenüber liegenden Seite der grofsen Wartehalle befindet sich je ein Raum für Raucher und Frauen. Zwischen diesen beiden Zimmern hindurch führt ein 3,05 m breiter Gang aus der grofsen Wartehalle nach dem Gepäckraume, so dafs die Reisenden nicht hinauszugehen brauchen, um das Gepäck aufzugeben. Da der Phoenix-Gasthof an das Gelände angrenzt, wurden keine Erfrischungsräume oder Speisezimmer vorgesehen.

Das Obergeschofs des Empfangsgebäudes enthält Diensträume der Lexington-Eastern-Bahn. Dieses Geschofs befindet sich nur in den beiden Flügeln, welche über der Hauptwartehalle durch einen Vorbau an der Südseite verbunden sind. Das Gebäude ist feuerfest hergestellt. Der Baustoff für das Äufsere ist ein rauher orangefarbiger Backstein, geschmückt mit Terrakotten. Das Dach ist mit spanischen Ziegeln eingedeckt. Im Erdgeschosse sind alle Fufsböden mit Marmor oder Fliesen belegt. Die Wandbekleidung besteht aus weifsem Marmor, die Holzausstattung, Türen und Fenster überall aus viertelgesägtem Eichenholze. B—s.

Elektrisches Weichen- und Signalstellwerk in Didcot.

(Engineering 1906, Oktober, S. 554 und November, S. 588. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6, Taf. XL.

Die englische Grofse West-Bahn hat in Didcot durch das Werk Siemens und Co. in London ein elektrisch betriebenes Weichen- und Signalstellwerk herstellen lassen. Der Strom wird von einem Nebenspeicher geliefert, welcher von einem

Hauptspeicher geladen wird. Ersterer befindet sich in einem besondern Gebäude nahe dem Stellwerke. Die Zellen sind in drei Sätze geteilt, von denen jeder aus vier Gruppen von je 16 Zellen für 120 Ampèrestunden besteht. Für die Kraftstromkreise werden die Zellen jedes Satzes in Reihe geschaltet und geben so eine Spannung von ungefähr 128 Volt, während sie für die Meldestromkreise nebeneinander geschaltet werden, so dafs diese nur mit 32 Volt arbeiten. Während des Ladens werden die Zellen eines Satzes in Reihen nebeneinander auf 64 Volt Spannung geschaltet. Dies ist nötig, weil die Spannung der Ladeleitung bei Reihenschaltung aller Zellen einer Gruppe nicht ausreicht. Das Schaltbrett mit den Mefsvorrichtungen und Stromschliefsern befindet sich in einem Raume unmittelbar unter dem Stellwerkraume,

In Abb. 1, Taf. XL sind die Verbindungen zwischen zwei Weichen und dem zugehörigen Signale dargestellt. S ist der Signalhebel, W_1 und W_2 sind die Weichenhebel. Der Signalhebel wird durch den Haken am Anker des Elektromagneten J_s in der Grundstellung festgehalten. Das Signal kann daher nur gezogen werden, wenn ein Strom durch J_s gesandt wird, wodurch der Sperrhaken zurückgezogen wird. Der durch J_s gehende Stromkreis ist auf der einen Seite unmittelbar mit der Rückleitung verbunden, auf der andern führt er durch die Weiche G und dann nach L_2, wo der Stromkreis bei der gezeichneten Stellung des Weichenhebels W_2 durch ein Paar von einer Anzahl Stromschliefsern geschlossen ist. Letztere werden durch den Magneten K_2 beeinflufst, welcher erregt ist, solange sich die Weiche in der der Stellung des Hebels W_2 entsprechenden Stellung befindet. Bei L_1 ist der Stromkreis unterbrochen; der Sperrhaken bei S kann daher erst zurückgezogen werden, wenn der Stromkreis an dieser Stelle geschlossen wird. Der Weichenhebel W_1 ist in der gezogenen Stellung gezeichnet, aber bei noch in Bewegung befindlicher Weiche, der Magnet K_1 ist nicht erregt.

Der Hebel W_1 ist gezogen und hat die Umsteller D_1 und E_1 in die gezeichnete Stellung gebracht. Durch Gleiten an dem geschweiften Bügel hat er auch die die Umsteller A_1 und B_1 tragende Stange U_1 in die gezeichnete Stellung gedrückt, wo sie durch den Haken am Anker des Magneten K_1 festgehalten wird. Der Strom fliefst jetzt von der 120-Volt-Zuleitung durch A_1 und D_1, durch die eine der beiden Leitungen Z nach dem einen der beiden Umsteller M_1 an der Antriebvorrichtung, durch die eine der beiden Feldwickelungen und durch die Rückleitung Y zurück nach der gemeinsamen Rückleitung. Die Triebmaschine stellt mittels des Schneckenrades O_1 und der Zahnstange X die Weiche um. Bei der Vollendung des Hubes wird durch die am Schneckenrade befindlichen Bügel der Umsteller M_1 umgelegt, wodurch die Triebmaschine ausgeschaltet, und für den Strom ein neuer Weg durch den Stromschliefser N_1 hergestellt wird. Dieser wird betätigt durch den mit den Weichenzungen verbundenen Spitzenverschlufs und ist nur geschlossen, wenn die Weiche fest anliegt und verriegelt ist. Vom Stromschliefser N_1 fliefst der Strom nach dem Elektromagneten K_1, welcher erregt wird und seinen Anker anzieht. Hierdurch wird der Sperrhaken von der Stange U_1 zurückgezogen, diese wird durch ihre Feder umgelegt, und dadurch auch die Umsteller A_1 und B_1. Durch das Umlegen von A_1 wird die Leitung Z mit der gemeinsamen Niedrigspannungs-Zuleitung verbunden, so dafs der ständige Strom auf 0,08 Amp. herabgesetzt wird. Durch das Umlegen des Umstellers B_1 ist gleichzeitig der eine der beiden Elektromagnete F_1 in den durch K_1 gehenden Melderstromkreis eingeschaltet. Dieser betätigt einen Anzeiger, welcher die jeweilige Stellung der Weiche angibt. Der Anzeiger kann nur bewegt werden, wenn der Strom vom Melder N_1 nach dem Magneten K_1 fliefst. Der Magnet K_1 hat durch das Anziehen seines Ankers auch die Schar der Schliefser L_1 geschlossen, von denen das eine Paar im Stromkreise des Verschlufsmagneten J_s des Signalhebels S liegt.

Durch Ziehen des Signalhebels S werden die Umsteller A_s, B_s, D_s, E_s und G umgelegt. Die Signaltriebmaschine wird betätigt, und bei Vollendung des Hubes wird der Strom von der Triebmaschine durch den oben am Signalmaste angebrachten, vom Signalarme beeinflufsten Melder P, dann durch den Magneten K_s und den Anzeiger F_s geleitet. Der durch die Stromschliefser L_1 und L_2, den Umsteller G und den Verschlufsmagneten J_s gehende Stromkreis wird durch das Ziehen des Signalhebels S vom Magneten J_s nach dem am Signalmaste befindlichen Magneten H geleitet. Dieser Magnet beeinflufst eine Winkelverbindung, durch welche die Stange der Triebmaschine die Signalstange treibt. Hält H seinen Anker nicht fest, so fällt die Winkelverbindung beim Bewegen der Triebmaschinenstange zusammen, ohne die Signalstange zu beeinflussen. Würde aus irgend einem Grunde eine Weiche umgestellt, so würden die Stromschliefser L geöffnet und der Magnetismus von H beseitigt werden, die Winkelverbindung würde zusammenfallen und das Signal selbsttätig auf »Halt« zurückfallen.

R_1 und R_2 bezeichnen die Stromöffner, durch welche die Stromkreise der Verschlufselektromagnete J_1 und J_2 unterbrochen werden, wenn sich ein Fahrzeug auf den Druckschienen befindet. Durch das Niederdrücken des Stromöffners wird der Stromkreis unterbrochen, der Sperrhaken springt ein und verriegelt den Hebel.

Abb. 1, Taf. XL gibt nur eine erläuternde Übersicht der Vorrichtungen, die mechanischen Einzelteile weichen von den hier dargestellten erheblich ab.

Die Bewegung der Hebel wird auf die Stange im Stellwerke durch einen Spitzbolzen übertragen, welcher durch eine Feder in seiner Lage festgehalten wird. Sollte irgend ein Teil des Werkes verriegelt sein, und der Wärter doch den Hebel mit Gewalt umlegen, so würde der Spitzbogen einfach herausgleiten, und kein Schaden entstehen.

Abb. 2, Taf. XL zeigt den Grundrifs der Antriebvorrichtung. Die Triebmaschine M treibt durch ein Vorgelege die Schnecke und durch diese das Schneckenrad. Dieses Rad sitzt lose auf seiner Achse, treibt aber mittels einer innern Reibungsklaue eine Bügelplatte, an der sich das kleine Zahnrad befindet. Dieses treibt eine einen Teil der Weichenstange bildende Zahnstange. Die Bewegung der Bügelplatte ist in jeder Richtung durch Hemmungen begrenzt, aber die Reibungskuppelung gestattet der Triebmaschine, weiter zu laufen. Diese wird erst

ausgeschaltet, wenn die Bügelplatte gerade gegen eine ihrer Hemmungen stöfst. Zu dieser Zeit ist der Hub beendet. Wenn die Bügelplatte stehen bleibt, läuft die Triebmaschine weiter und wird durch die Bremswirkung des Reibungsringes allmählich zum Stillstehen gebracht.

Die Dichtung der Stellen, wo die Weichen- und die Melderstange in den Kasten eintreten, ist wegen des für die Stangen erforderlichen beträchtlichen Spielraumes durch Gummikegel bewirkt. Die in Abb. 1, Taf. XL angedeuteten Umsteller M befinden sich in der obern rechten Ecke, und der durch die Melderstange betätigte Stromschliefser N (Abb. 1, Taf. XL) in der untern rechten Ecke.

Abb. 3 und 4, Taf. XL zeigen den Spitzenverschlufs und das Meldertriebwerk. Das ankerförmige Verschlufsstück a hält in der gezeichneten Stellung die linke Weichenzunge an der Backenschiene fest. Das linke Ankerende liegt in einem Schlitze der Spannstange b und über dem einen abgerundeten Ende des mit einer Schwelle fest verbolzten Gufsstückes c. Wird die Weichenstange umgelegt, so entriegelt sie zunächst die Weiche durch Drehen des Verschlufsstückes a um seinen Zapfen. Diese Drehung wird beendet, sobald die flache Seite des rechten Ankerendes gegen das Gufsstück c stöfst, und dann werden die Weichenzungen umgelegt. Ist dies geschehen, so bewegt sich die Weichenstange noch weiter, wodurch das Ankerende in den Schlitz eingeführt wird und so die Weiche in ihrer neuen Stellung verschliefst. Erst nachdem dies geschehen, wird die Triebmaschine ausgeschaltet.

Die Melderstange e ist ebenfalls mit einem kleinen ankerförmigen Verschlufsstücke f verbunden. Dieser Anker ist auf das Gufsstück c aufgezapft, und seine Enden können in einen Einschnitt der beiden an den Weichenzungen befestigten Stangen J_1 und J_2 einfallen. Die Einschnitte der aufeinander liegenden Stangen J_1 und J_2 treffen zusammen, wenn die Weichenzungen umgelegt sind, und die eine Zunge mufs fest anliegen, bevor der Anker eintreten kann. Der Eintritt des Ankers in den Einschnitt und der dadurch bewirkte Schlufs des Stromschliefsers werden veranlafst durch die Feder g, welche zwischen einer Verlängerung von h und einer am Anker a befindlichen Erhöhung eingespannt ist. Der letztere hat einen, nicht dargestellten, Schwanz, welcher sich in einem Schlitze des Gufsstückes c bewegt und, wenn a gedreht wird, unter die Stangen J und J_1 kommt und f aus dem Einschnitte hinausdrückt. Überschreitet der Anker a die Mitte des Gufsstückes, so treibt die Feder g den Anker f und die Stange e in der entgegengesetzten Richtung. Ein Ende des Verschlufsankers a kann auf die gewöhnliche Weise mit einer Druckschiene verbunden werden.

Die Signal-Antriebvorrichtung gleicht im wesentlichen der Weichen-Antriebvorrichtung, ist aber kleiner. Sollte der Strom nach Ziehen des Signales unterbrochen werden, so würde die Winkelverbindung zusammenfallen, und das Signal nicht nur auf »Halt« zurückfallen, sondern auch durch einen an der Winkelverbindung befindlichen Schwanz in dieser Stellung verschlossen werden. Das Signal kann dann erst wieder gezogen werden, nachdem durch Umsteuern der Triebmaschine auch die Triebmaschinenstange in die Grundstellung zurückgeführt ist.

Die Winkelverbindung zwischen den Signalen und der Triebmaschine gestattet auch, mehrere Signale an demselben Maste durch eine Triebmaschine zu betätigen. In diesem Falle wird eine entsprechende Anzahl von Elektromagneten H (Abb. 1, Taf. XL) angeordnet. Ist einer dieser Magnete erregt, wenn die Triebmaschine sich dreht, so wird das ihm entsprechende Signal gezogen, die anderen werden verschlossen.

In Abb. 5 und 6, Taf. XL ist das Stellwerk dargestellt. Die einzelnen Teile des Stellwerkes sind mit denselben Buchstaben bezeichnet wie die entsprechenden Teile in Abb. 1, Taf. XL. Der Hebel S ist durch ein Gelenk mit einer auf der Welle Q festgekeilten Kurbel verbunden. Der Verschlufselektromagnet J hat einen Kolben, der nicht gehoben die Welle Q verschliefst und ihre Drehung verhindert. Auf der vordern Seite der Kurbel befindet sich eine quadratische Stange, auf der die Stromschliefser D, E, G . . . . befestigt sind. Dies sind der Länge nach geschnittene Stücke von gezogenem Stangenkupfer. Dreht sich die Welle, so schliefsen die Stromschliefser den Strom durch Reiben an den Federschliefsstücken C.

Die Welle Q drückt bei ihrer Drehung auch die alle Stromschliefser L öffnende Federkolbenstange V nieder. Die so unterbrochenen Stromkreise können, wie oben dargelegt, nur durch einen durch den Magneten K gehenden Strom wieder geschlossen werden. Aufser dieser elektrischen Verschlufsvorrichtung durch die Stromschliefserscharen L ist auf der Rückseite des Stellwerkes auch die gewöhnliche mechanische Verschlufsvorrichtung angebracht. Zu diesem Zwecke hat der hintere Teil der Welle Q einen Querschnitt mit flachen Seiten. An den flachen Seiten sind in kurzen Abständen Einkerbungen angebracht, in denen die auf die Verschlufsstangen einwirkenden Bügel befestigt sind.

Mittels der mechanischen Verschlufsvorrichtung wird auch die richtige Reihenfolge für das Ziehen des Vor-, Einfahr- und Ausfahr-Signales erzwungen. Einfahr- und Ausfahr-Signal können in beliebiger Reihenfolge gezogen werden, aber beide müssen auf »Fahrt« stehen, bevor das Vorsignal gezogen werden kann.

B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Schienenbeförderungswagen.

(Revue générale des chemins de fer, 30. Jahrgang, 1. Halbjahr, Februar 1907, Nr. 2, S. 71. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 und 8 auf Tafel XL.

Die belgische Nordbahn hat einen Wagen zur Beförderung von Schienen bis zu 24 m Länge gebaut, um die Nachteile der Zusammenstellung zweier bordloser Wagen zu vermeiden.

Die Tragfähigkeit dieses Wagens beträgt 40 t, das Leergewicht 24,79 t. Die Drehgestelle haben einen Achsstand von 1,8 m, die Achsschenkel sind 130×255 mm stark. Der Wagen kann auf freier Strecke Bogen von 250 m, in Bahnhöfen von 90 m Halbmesser durchfahren.

Die Bühne ruht an jedem Ende mittels Rollenkranzes, vier Rollen und vier Schraubenfedern auf einem zweiachsigen



Drehgestelle. Dieses hat eine Handbremse mit vier Bremsklötzen. Jeder der beiden abgesprengten Längsträger des Wagens besteht aus zwei [-Eisen 300×100×10, welche durch Zwischenstücke und ein oberes, 10 mm starkes Blech in einem Abstande von 85 mm gehalten werden. Die Zugstangen der Absprengung sind zur Verminderung des Leergewichtes aus Kabeln von 20 bis 40 mm Durchmesser hergestellt. Diese endigen in beweglichen Muffen auf der Bühne über den Drehgestellen. Der vordere, vierkantige Teil dieser Muffe ruht in einem mit dem Wagen fest verbundenen Lager. Der hintere Teil ist mit Gewinde versehen und trägt eine Schraubenmutter, welche sich durch den Seilzug gegen das vordere feste Lager legt. Zum Nachspannen des Kabels braucht diese Mutter nur angezogen zu werden.

Die Stahlformgufsteile: Endbefestigung der Kabel, Drehzapfen, Rollkreise haben 45 kg/qmm Bruchfestigkeit und 15 % Dehnung. Bei vollbelastetem Wagen werden sie etwa mit 9 kg, die Kabel mit 30 kg/qmm beansprucht.

Die Zug- und Stofs-Vorrichtungen liegen tiefer als die Längsträger, da die Drehgestelle sich frei unter der Bühne drehen müssen.

Beim Beladen des Wagens ist zu beachten, dafs dieses von beiden Seiten möglichst gleichmäfsig geschieht und beiderseits Schienen gleicher Länge verwendet werden. Rgl.

Aufsergewöhnliche Eisenbahnen.

Schwebebahn für Berlin.

Durch Vermittelung des Polizeipräsidenten, Herrn von Borries, ist eine Einigung zwischen der Berliner Verkehrs-Deputation und der Continentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen über den Bau einer Schwebebahn-Probestrecke in der Brunnenstrafse erfolgt. Es steht zu erwarten, dafs diese Probestrecke im Herbste 1907 fertig sein wird. Es ist als Fortschritt zu begrüfsen, dafs nunmehr eine ernstliche Erörterung der Frage eingeleitet wird, wie weit dieses aufserordentlich schmiegsame Verkehrsmittel den Verhältnissen der Stadt Berlin dienen kann.

Der elektrische Betrieb des Simplon-Tunnels.

(Engineering 1906, November, S. 683. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 10 bis 12, Taf. XL.

Zum Zwecke des elektrischen Betriebes des Simplon-Tunnels*) sind die Schienen mit einer knetbaren Verbindung versehen. Zu diesem Zwecke wurden die Berührungsflächen der Schienenenden und Laschen mittels eines fahrbaren Sandstrahlgebläses gereinigt, mit einem Metallbreie bestrichen und wieder zusammengeschraubt.

Zur stromdichten Befestigung der Oberleitungen sind Porzellan und Kautschuk hintereinander verwendet. Jeder dieser Stoffe widersteht, wenn rein und trocken, einer Spannung von 18000 Volt. Der Fahrdraht ist durch Hanf stromdicht an Querstangen aus Geschützbronze aufgehängt, deren Enden in ein Porzellangehäuse geschraubt und von dem Porzellan durch eine Lage Hanf getrennt sind (Abb. 10 bis 12, Taf. XL). Die Porzellangehäuse sind ihrerseits in Kopfstücke aus Geschützbronze geschraubt und gegen diese durch eine Lage Kautschuk gedichtet, welche der Verbindung eine gewisse Elastizität gibt und so die Gefahr eines Bruches des Porzellans vermindert. Die Kopfstücke sind an den Aufhängedraht geklemmt, und diese Aufhängedrähte sind von der Tunnelmauer, oder von den sonst verwendeten Pfosten durch Porzellanglocken stromdicht getrennt.

Im Tunnel beträgt der Abstand der Spanndrähte in der Tunnelachse 25 m in der Geraden und halb so viel in den Bogen an den Tunneleingängen. Jede der beiden Leitungen ist doppelt angeordnet, um die Anbringung durch die Verwendung leichterer Drähte zu erleichtern. Auf den Zufahrtlinien sind einfache Drähte verwendet, der Abstand der die Drähte tragenden Rahmen beträgt 35 m. Diese Rahmen sind ganz aus Gasrohren von 44 mm Durchmesser hergestellt.*) Zur Sicherung der seitlichen Standfestigkeit ist der eine Pfeiler des Rahmens als Dreibein mit Querstäben hergestellt, während die Längssteifigkeit durch zwei schräg gestellte Rohre gesichert ist. In Brieg überbrückt der Rahmen sechs Gleise und nimmt nur sehr wenig Platz in Anspruch, da die seitliche Standfestigkeit des ganzen Rahmens durch das an der einen oder an beiden Seiten befindliche Dreibein hergestellt wird. Alle Pfeilerrohre sind unten in Beton gesteckt.

Wegen des verwendeten Dreiphasenstromes mufs an allen Abzweigungen für jedes Gleis die rechte Leitung von derselben Phase sein, weil sonst die Triebmaschine beim Übergange von der Hauptlinie auf die Zweiglinie umgesteuert werden würde. Daher sind die beiden inneren der vier Drähte von entgegengesetzter Phase, und wenn keine geeigneten Vorsichtsmafsregeln angewendet wären, würde bei einer Fahrt von der Zweiglinie nach der Hauptlinie ein Kurzschlufs erfolgen, da die beiden Drähte durch den Stromabnehmer verbunden würden. Um dies zu vermeiden, sind die beiden inneren Leitungen von einem Punkte ab, wo sie noch einen Abstand haben, der jede Möglichkeit ihrer Verbindung durch den Stromabnehmer ausschliefst, über stromdichte Holzleisten nach dem nächsten Pfosten geführt, nach dem folgenden aber nur eine. An dem vordern Ende dieser Strecke sind stromdichte Porzellangehäuse verwendet. Sie dient daher nur zur Führung des Bügels und leitet ihn sicher unter dem Drahte der Hauptlinie hindurch. Um ein Anhalten der Lokomotive an einer Anschlufsstelle zu vermeiden, ist sie an jedem Ende mit einem Stromabnehmer versehen, oder im ganzen mit vier, da an jedem Ende für jeden Leitungsdraht ein besonderer Bügel vorhanden ist. Da die vorderen und hinteren Bügel einen Abstand von 9 m haben, so wird der Strom vom hintern Bügel geliefert, wenn der entsprechende vordere sich unter der Holzleiste befindet, und bevor diese vom hintern Bügel erreicht ist, ist der vordere wieder in Berührung mit dem Drahte, so dafs keine Unterbrechung

*) Organ 1907, S. 14.

*) Organ 1907, S. 14.



der Stromzuführung zu den Lokomotiven stattfindet. Alle vier Bügel sind ständig in Gebrauch, aufser bei der Fahrt durch eine Abzweigung; daher entsteht bei der Fahrt der Lokomotive gar kein Funkensprühen an der Berührungstelle, da der vordere und hintere, der betreffenden Phase entsprechende Bügel nie gleichzeitig abgestofsen werden.

Die Leitungsdrähte haben eine Spannung von 3300 Volt gegeneinander und gegen die die dritte Leitung bildenden Fahrschienen. Die für die Bahn gebaute Lokomotive ist für Dreiphasenstrom bestimmt, welcher bei 15 Pulsen mit 3000 Volt zwischen den Phasen zugeführt wird. Die Lokomotive hat folgende Hauptabmessungen:

Länge zwischen den Aufsenflächen der Buffer	12320 mm
Ganzer Achsstand	9700 «
Fester Achsstand	4900 «
Triebraddurchmesser	1640 «
Laufraddurchmesser	850 «
Dienstgewicht	62 t
Reibungsgewicht	42 «
Gewicht der mechanischen Teile	34 «
Gewicht des elektrischen Triebwerkes	28 «
Grundleistung	900 P.S.
Höchstleistung	2300 «
Gewicht der Triebmaschine mit Kurbel und Gegengewicht	10,75 t
Grundgeschwindigkeit	68 und 34 km/St.
Grundzugkraft bei 68 km/St.	3,5 t
Gröfste Zugkraft bei 68 km/St.	9 «
Grundzugkraft « 34 «	6 «
Gröfste Zugkraft « 34 «	14 «

Die beiden Geschwindigkeiten sind erzielt durch die Anordnung der Wickelungen des Ständers in zwei besonderen Gruppen, welche gekuppelt werden können, so dafs das im Ständer erzeugte magnetische Drehfeld die Umdrehung bei der einen Anordnung doppelt so schnell vollendet wie bei der andern. Die Lokomotive kann so bei halber Geschwindigkeit wirksam arbeiten ohne Anwendung der Kaskadenanordnung und mit einer Ersparnis von ungefähr 2,5 t Gewicht. Der Ständer der Lokomotive hat 16 Pole, aber wie gewöhnlich ist nur ein Pol von jeder Phase umwickelt. Es sind daher drei Wickelungen mit zwei Polen vorhanden. Durch Umschalten gewisser Wickelungen kann die Zahl der Pole auf die Hälfte vermindert werden; in diesem Falle dreht sich das magnetische Feld doppelt so schnell wie vorher. Der Ständer hat Dreieckschaltung für die geringe Geschwindigkeit und Sternschaltung für die gröfsere. Die Grundgeschwindigkeit des Läufers beträgt 112 oder 224 Umläufe in der Minute; er ist durch Kurbeln und Kuppelstangen mit den Triebrädern verbunden, so dafs kein Vorgelege verwendet wird, während zugleich der Lokomotivrahmen auf seinen Federn vollkommene Bewegungsfreiheit hat. Der Läufer ist auf sechs Phasen gewickelt, welche in zwei Gruppen von je drei Wickelungen angeordnet sind. Die in diesen durch die Wellen des Ständers erregten Ströme stehen immer in richtiger Beziehung zum Felde, so dafs es bei einem Geschwindigkeitswechsel nicht nötig ist, durch Umschalter die Anordnung der Läuferwickelungen zu ändern, sondern nur die des Ständers.

Zum Heben und Senken der Stromabnehmer und zum Umstellen der Hochspannungsweichen wird Prefsluft verwendet. Die Luft wird durch zwei kleine elektrisch betriebene Prefspumpen geliefert; diese erhalten den Strom aus dem Drahte der Hauptlinie durch kleine, mit Öl gekühlte statische Abspanner, welche für 7 Kilowatt berechnet sind und Strom von 110 Volt geben. Im regelrechten Betriebe liefert die eine Prefspumpe die für die Westinghouse-Bremse, die andere die für die Pfeife und die Luftsandstreuer, sowie die zum Umstellen der Hochspannungsweichen erforderliche Luft. Die Pumpen liefern die Luft in die unter dem Führerstande angeordneten Behälter. Wird der Behälterüberdruck gröfser, als 7,5 at, so werden die Prefspumpen selbsttätig ausgeschaltet und bei fallender Spannung auch selbsttätig wieder eingeschaltet.

Der Strom wird zwei Wasserkraftwerken entnommen, das eine befindet sich bei Brieg, das andere bei Iselle. Die verwendeten Wasserkräfte haben vorher den Zwecken des Tunnelbaues gedient. Bei Brieg beträgt der verfügbare Wasserdruck 43 m; der Stromerzeuger ist hier unmittelbar mit einer Turbine von 160 Umläufen in der Minute gekuppelt. Bei Iselle beträgt der Wasserdruck 140 m; hier wird ein für Dampfturbinen eingerichteter Stromerzeuger von Brown, Boveri und Co. bei 960 Umläufen in der Minute durch zwei mit ihm gekuppelte Turbinen, eine auf jeder Seite, getrieben. Die ganze verfügbare Leistung beträgt bei Brieg 1200 P.S. und bei Iselle 1500 P.S. Die Linie durch den Tunnel wird nur an zwei in der Nähe der beiden Eingänge liegenden Stellen gespeist. Die ganze Länge der Linie ist jedoch in fünf Abschnitte zerlegt, von denen jeder ausgeschaltet werden kann. Die Leitung ist berechnet für einen gröfsten Spannungsabfall von 12 %, aber infolge der gewissermafsen als Notbehelf dienenden Leitanordnungen, welche bei dieser mehr oder weniger zeitweiligen Anlage aus Handelsrücksichten getroffen werden mufsten, wird dieser Wert oft überschritten; nichtsdestoweniger können die Züge von jedem Ende aus durch Strom gefördert werden, welcher ausschliefslich vom andern Ende her zugeführt wird.

B—s.

Technische Litteratur.

Der Bahnmeister. Handbuch für den Bau- und Erhaltungs-Dienst der Eisenbahnen, herausgegeben von E. Burok, Bahnmeister der k. k. priv. Österr. N. W.- und S. N. D. V.-Bahn. Halle a/S., W. Knapp. 1905.

1. Band I. Theoretische Hülfslehren für die Praxis des Bau- und Erhaltungs-Dienstes der Eisenbahnen, bearbeitet von Dr. techn. Ludwig Hess, Professor an der höheren k. k. Staatsgewerbeschule in Brünn. 2. Heft: Mathematik, 2. Hälfte: Geometrie. 1. und 2. Auflage. Preis 3,8 M.

2. Band II. Die Praxis des Bau- und Erhaltungs-Dienstes der Eisenbahnen, bearbeitet von Dipl.-Ing. Alfred Birk, o. ö. Professor für Strafsen-, Eisenbahn- und Tunnel-Bau und für Betriebstechnik an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in Prag, Eisenbahn-Oberingenieur a. D. 2. Heft, 1. Hälfte: Unterbau. 1. und 2. Auflage. Preis 3,0 M.

Die beiden ihrem Gegenstande nach so weit von einander abliegenden Abschnitte des ganzen Werkes zeigen grade durch die einheitliche Geschlossenheit der Bearbeitung so verschiedener Gebiete, dafs dem Ganzen ein klarer Plan zu Grunde liegt, für dessen zweckentsprechende Durchführung gesorgt wird.

Der Hauptaufgabe entsprechend ist die Darstellung möglichst leicht verständlich gehalten, ohne deshalb um nun einmal in der Sache begründete Schwierigkeiten herumzugehen. Dabei ist aber namentlich in dem technischen Abschnitte in der bekannten gediegenen Darstellungsweise des Verfassers so viel des Wissenswerten aus der Erfahrung zusammengetragen, dafs das Buch auch für Studierende höherer Lehranstalten eine gute Grundlage des Studiums bietet und selbst dem Eisenbahningenieur von erheblichem Nutzen sein wird.

Die betonte Planmäfsigkeit wird, allgemein durchgeführt, das Werk im Ganzen zu einem seinen Zweck bestens erfüllenden gestalten und ihm guten Erfolg sichern. Möge es bald ganz vorliegen!

Grundzüge der Eisenbahnwirtschaftslehre. W. M. Acworth. Aus dem Englischen übersetzt nebst einleitendem Vorworte von Dr. Heinrich Ritter von Wittek, Geheimer Rat, k. k. Minister a. D., Mitglied des Herrenhauses des Reichsrates. Wien, 1907, Manzoche, Preis 2,3 M.

Das Buch, das in der vorliegenden Gestalt aus dem Zusammenwirken zweier bekannter und berufener Fachmänner der Wirtschaft des Eisenbahnwesens hervorgegangen ist, bietet namentlich dadurch viel Beachtenswertes und bei aller Kürze reiche Anregung, dafs hier die allgemeinen Gesichtspunkte der Eisenbahnwirtschaftslehre auf Verhältnisse angewendet werden, die von denen des europäischen Festlandes nach Gesetzgebung, nach wirtschaftlichen Anschauungen und nach Art und Verteilung des Verkehres, also so ziemlich in allen mafsgebenden Punkten weit verschieden sind. Es ist beachtenswert und lehrreich, dafs trotz dieser Verschiedenheit in dem Buche dieselben Fragen auftauchen und sachkundig behandelt werden, die auch unsere Eisenbahnkreise bewegen, denn dadurch wird der Beweis geführt, dafs den Verhältnissen des allgemeinen Verkehres sehr weit reichende Gesetze zu Grunde liegen, die von den örtlichen Verschiedenheiten vergleichsweise wenig beeinflufst werden. So gewinnt aber auch die Bedeutung des Buches an Breite des Geltungsbereiches, und wir sind überzeugt, dafs es auch allen deutschen Lesern Nutzen und Belehrung bringen wird.

Studien über Verwaltung des Eisenbahnwesens mitteleuropäischer Länder. Von Sektionschef W. Exner, Mitglied des Herrenhauses des österreichischen Reichsrates, Mitglied des Staatseisenbahnrates. Wien, 1906, O. Maafs Söhne.

Das Werk schildert die Gestaltung des Eisenbahnwesens in Preufsen, der Schweiz, Italien, Belgien und Frankreich, um zum Schlusse Erörterungen über die im Zuge befindliche Neuordnung der österreichischen Bahnen zu knüpfen. Da in einzelnen Ländern die Eisenbahngesellschaften noch stark sind, sich aber in allen ein starkes, in manchen Staaten schon durchgeführtes Streben nach Verstaatlichung zeigt, so findet diese in die Staatswirtschaft der letzten Jahrzehnte tief einschneidende Mafsregel besonders eingehende Erörterung, sowohl in ihrer Wirkung auf die Eisenbahnen selbst, als auch in der Rückwirkung auf die Ausgestaltung des Staates, der damit in die Reihe der bedeutungsvollsten Grofsunternehmer tritt.

Die Arbeit ist erkennbar von besonders eifriger Verfolgung des Verkehrswesens als einer der wichtigsten Grundlagen unserer Kultur eingegeben und mit scharfem Urteil in der Schilderung und Würdigung, sowie mit geschickter Benutzung der neueren Gesetzgebung und Literatur geschrieben. Das Werk wirkt daher in hohem Mafse anregend durch seine Form, belehrend durch den Inhalt und wird den am Eisenbahnwesen Beteiligten nicht nur Nutzen, sondern auch Genufs bereiten.

Das Patent vor dem Patentamt und vor den Gerichten. Patentanwalt B. Bomborn, Diplom-Ingenieur für Maschinenbau und Elektrotechnik, Berlin S.W. 61, Selbstverlag.

Das kleine Heft gibt eine knappe Anweisung der geschäftlichen Behandlung der ein Patent betreffenden Fragen und kann der grofsen Zahl der Beteiligten gute Dienste leisten.

Brücken in Eisenbeton. Ein Leitfaden für Schule und Praxis von C. Kersten, Bauingenieur. Teil I. Platten- und Balkenbrücken, W. Ernst und Sohn, Berlin, 1907. Preis 4,0 M.

Das Werk, dessen zweiter in der Herstellung begriffener Teil die Beton-Bogenbrücken behandeln soll, stellt sich die Aufgabe, die praktischen Grundsätze des Brückenbaues in Eisenbeton so darzulegen, dafs der Schüler, wie der ausführende Ingenieur das Nötige durch Selbstunterricht daraus entnehmen kann. Die allgemeinen statischen Regeln werden vorausgesetzt, und bezüglich der theoretischen Grundlagen des Eisenbetonbaues wird auf den Leitfaden »Eisenbetonbau« des Verfassers verwiesen; mitgeteilt werden hier nur die unentbehrlichsten Formeln, etwa gemäfs den preufsischen Vorschriften. Den wesentlichen Teil des Inhaltes bildet eine sehr reiche Auswahl von ausgeführten Brücken in sehr eingehender und auch bezüglich der zahlreichen Abbildungen sehr klarer Darstellung, die auch die Wiedergabe vieler statischer Berechnungen als Muster umfafst.

Die Durchsicht des Buches zeigt unmittelbar, wie reichhaltig an verschiedenen Formen dieses junge Gebiet der Bautechnik bereits geworden ist, die gründliche, gewifs erfolgreiche Kenntnisnahme können wir jedem empfehlen, der an dem Entwurfe und der Ausführung solcher Bauten beteiligt ist.

Geschäftsberichte und statistische Nachrichten von Eisenbahnverwaltungen. Schweizerische Eisenbahn-Statistik für das Jahr 1905. XXXIII. Band. Herausgegeben vom Schweizerischen Post- und Eisenbahn-Departement. Bern, 1907.

Für die Redaktion verantwortlich: Geheimer Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | **10. Heft. 1907.**

Die Gestalt der Lokomotivschuppen.

Von **W. Cauer**, Professor, in Westend bei Berlin.

Unter der Überschrift: »Der Bau neuer Lokomotivschuppen« hat Oberingenieur F. Zimmermann in Karlsruhe Vorzüge und Nachteile verschiedener Formen von Lokomotivschuppen erörtert.*)

Da ich zu einer längst geplanten ausführlichen Behandlung der Lokomotivschuppenfrage in nächster Zeit nicht kommen werde, so glaube ich zur Ergänzung des Zimmermannschen Aufsatzes einstweilen das Folgende ausführen zu sollen.

Diejenigen Lokomotivschuppenformen, deren Anwendung unter unseren Verhältnissen hauptsächlich in Frage kommt, unterscheidet man nach Goering**) zweckmäfsig in:

I. Rechteckform mit Zufahrt von den Stirnseiten her mittels Weichen oder Drehscheiben.

II. Rechteckform mit Zufahrt durch Schiebebühnen.

III. Geschlossene Rundform mit bedeckter Drehscheibe, auch Vieleckform, Polygonform, Kreisform, Rotunde genannt.

IV. Ringform mit unbedeckter Drehscheibe.

Es kommen auch Verbindungen dieser Formen vor.

Auf den Vergleich des Geländebedarfes und der bebauten Grundfläche dieser Formen soll hier nicht näher eingegangen werden, weil ein Vergleich einzelner Beispiele nicht zum Ziele führt, vielmehr eine grofse Zahl nach Bauweise und Lokomotivanzahl abgestufter Beispiele nachgerechnet werden mufs, um aus der Zusammenstellung der Ergebnisse Schlüsse ziehen zu können.***) Wohl aber läfst sich allgemein etwa Folgendes sagen.

Die Bestimmung der deutschen Betriebsordnung von 1905, wonach die Torweite der Lokomotivschuppen bei Neubauten auf mindestens 3,80 statt früher 3,35 zu bemessen ist, veranlafst für die ringförmigen Lokomotivschuppen deutscher Eisenbahnen bei eisernen Torstielen von 30 cm Stärke einen Mehrbedarf von rund 10 % der bisherigen Grundfläche. Hierdurch und durch die immer mehr gewachsene Länge der gröfsten Lokomotiven, die bei strahlenförmig angeordneten Ständen hinsichtlich der bebauten Fläche besonders ungünstig wirkt, ist der bedeutende Vorsprung, den die ringförmigen Lokomotivschuppen inbezug auf geringe Gröfse der bebauten Fläche gegenüber anderen Schuppenformen besafsen, im Wesentlichen verschwunden. Gegenüber rechteckigen Schuppen ohne Schiebebühne bedürfen ringförmige Schuppen für 21,0 m lange Lokomotiven jetzt in der Regel ein Mehr an bebauter Fläche; gegenüber gröfseren rechteckigen Schuppen mit Schiebebühne ist der Minderbedarf der ringförmigen Schuppen, wenn man nicht einen sehr spitzen, wegen des Geländebedarfes und der Länge und Durchschneidungen der Strahlengleise ungünstigen Winkel der Strahlengleise wählt, so klein geworden, dafs er kaum noch ins Gewicht fallen kann. Die gröfste bebaute Grundfläche für einen Stand beanspruchen nach wie vor, und zwar erst recht infolge der Vergröfserung der Lokomotivlänge, die Kreisschuppen*), wobei auch zu berücksichtigen ist, dafs ein oder zwei Stände als Zufahrten unbenutzt bleiben müssen.

Der ganze Geländebedarf wird für die Wahl der Lokomotivschuppenform in der Regel weniger durch seine unmittelbare Gröfse, als unter Berücksichtigung seiner Form, seiner Abmessungen und seiner Lage in Betracht kommen, worauf unten eingegangen wird. Immerhin verdient Erwähnung, dafs der von Zimmermann zwischen dem Ringschuppen und Rechteckschuppen mit Schiebebühne angestellte, für letztern günstig ausgefallene Vergleich sich noch viel günstiger für den Rechteckschuppen stellt, wenn man auf die Zugänge von den

*) Organ 1907, S. 12 und 33.

**) Aufsatz Lokomotivschuppen in Luegers Lexikon. Weitere Formen findet man in Schmitt, Bahnhöfe und Hochbauten, II. Teil. 1882, wo die Lokomotivschuppen besonders eingehend erörtert sind.

***) Zimmermann vernachlässigt die von den Mauern eingenommene Fläche und nimmt für rechteckige Schuppen den unverhältnismäfsig grofsen Gleisabstand von 6,0 m an, beides Umstände, die das Ergebnis zu ungunsten der Rechteckschuppen beeinflussen. Die auf S. 14 gegebene Zusammenstellung läfst, auch abgesehen von den Mängeln der Rechnung, keinen unmittelbaren Vergleich zu, weil Schuppen verschiedener Gröfse der Rechnung zu Grunde gelegt sind und der Bedarf für einen Stand nicht ermittelt ist.

*) Nur ein Rechteckschuppen, bei dem auf eine Schiebebühne nur zwei Standreihen entfallen, kommt dem Kreisschuppen an bebauter Grundfläche annähernd gleich.

Stirnseiten her oder wenigstens von einer Stirnseite her verzichtet.

Über die für die Wahl der einen oder andern Schuppenform ins Gewicht fallenden Betriebs-Rücksichten sei Folgendes gesagt.

I. Der Rechteckschuppen ohne Schiebebühnen mit durch Weichen oder Drehscheiben vermittelter Zufahrt von einer Stirnseite, oder von beiden Stirnseiten her wird in England, wie Zimmermann erwähnt, auch in grofsen Abmessungen bis zu etwa 6 Ständen hinter einander gebraucht, wobei man bestrebt ist, von beiden Stirnseiten her Zufahrten zu schaffen und dann den Betrieb möglichst so zu regeln, dafs die Lokomotiven von einem Ende her ein- und am andern ausfahren. Dafs man dort die Verwendung von Schiebebühnen für den vorliegenden Zweck verschmäht, mag zum Teil in der englischen Denkweise seinen Grund haben, die allem Künstlichen abhold ist, soweit es vermieden werden kann. Es dürfte aber auch die Eigenart der englischen Fahrpläne mit einer grofsen Zahl gleichartiger Züge hierbei eine Rolle spielen, die es gestattet, die Lokomotiveinteilung günstiger zu gestalten. Für unsere Verhältnisse würde eine derartige Anordnung nicht befriedigen, und tatsächlich weist man bei uns grundsätzlich im Allgemeinen nicht gerne mehr, als zwei Lokomotiven hintereinander auf eine Zufahrt an. So haben solche Lokomotivschuppen, je nachdem sie Zufahrt von einem Ende oder von beiden Enden her besitzen, nicht mehr als zwei oder vier Standlängen. Für grofse Lokomotivzahlen würde daher bei uns die Breite sehr grofs werden und eine sehr umfangreiche Gleisentwickelung erfordern. Auch würde ein derartiger, von vorneherein in beträchtlicher Breite angelegter Schuppen in der Regel schlecht erweiterungsfähig sein, sei es nur wegen der Schwierigkeit, die Gleisentwickelung noch mehr nach der Breite auszudehnen, sei es auch, weil das verfügbare Gelände in der Breitenrichtung erschöpft ist.

Anderseits sind solche Schuppen für eine kleine Anzahl von Lokomotiven, für die sie sich in der Regel am billigsten stellen werden, vortrefflich geeignet wegen ihrer einfachen, regelmäfsigen Form, wegen der guten Übersichtlichkeit des Innern, der leichten Heizbarkeit des wegen geringen Höhenbedarfes kleinen Luftraumes, wegen der guten Tages-*) und Nacht-Beleuchtung, und schliefslich, weil bei Vermittelung der Zufahrt durch Weichen die Ein- und Ausfahrt besonders bequem**) und sicher erfolgt. Auch die Erweiterungsfähigkeit ist in gewissen Grenzen sehr gut. Wo es sich um die Unterbringung von Tenderlokomotiven in kleiner Anzahl handelt und kein bedeutender Mehrbedarf für die Zukunft in Aussicht steht, so auf vielen Nebenbahnen, sollte man in der Regel diese Form wählen, um so die Beschaffung und Benutzung einer Drehscheibe ganz zu vermeiden.

II. Der Rechteckschuppen mit Schiebebühnen eignet sich im Gegensatze zum Rechteckschuppen ohne Schiebebühne zur Unterbringung einer unbegrenzt grofsen Zahl von Lokomotiven.

*) Bei gröfserer Breite treten für die Tagesbeleuchtung dieselben Schwierigkeiten ein, wie bei der Rechteckform mit Schiebebühne (siehe unten).

**) Nur wenn zwei Lokomotiven hinter einander auf ein Tor angewiesen werden, leidet die Bequemlichkeit der Zufahrt etwas.

Freilich kommt es hierfür auf die im Besondern gewählte Form an. Die Form IIa (Textabb. 1) mit je einer Reihe Lokomotivstände beiderseits einer Schiebebühne ist, wenn sie nicht mit Rücksicht auf Erweiterung zu einer der folgenden Formen angelegt ist, nur für die Unterbringung einer beschränkten Anzahl von Lokomotiven geeignet, auch wegen des grofsen überbauten Raumes für den Stand und wegen des auf jede Lokomotive entfallenden Anteils an einer Drehscheibe und einer Schiebebühne verhältnismäfsig teuer. Erheblich günstiger ist in diesen Beziehungen die eingezogene Form IIb (Textabb. 2), mit zwei oder mehr Schiebebühnen und Zufahrten von einem Ende her.

Abb. 1.

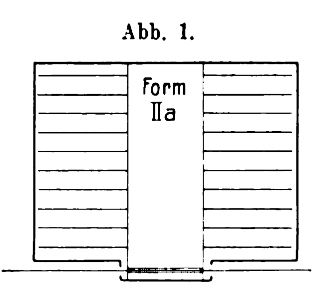
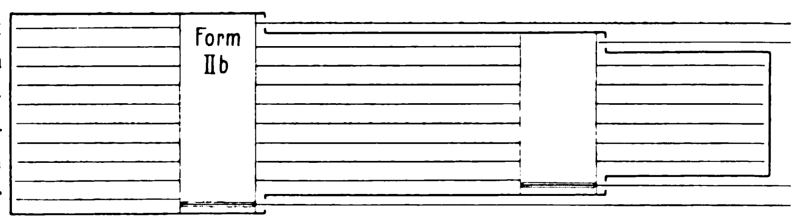


Abb. 2.



Die ziemlich weit gehende Erweiterungsfähigkeit ist allerdings dadurch beschränkt, dafs bei jeder folgenden Schiebebühne die Zahl der neben einander liegenden Stände um zwei abnimmt, bei einseitiger Anlage, die aber wegen der beschränkten Zugänglichkeit unvorteilhaft ist, um einen Stand. Besonders vorteilhaft dürfte die in Textabb. 3 dargestellte Form IIc*) mit beliebig vielen Schiebebühnen und gleich bleibender Breite sein. Die beiderseits aus dem Schuppenrechtecke vortretenden Schiebebühnenvorbauten lassen sich durch kreuzweise Weichenverbindungen von je einem Längsgleise von vorn und hinten zugänglich machen. Wenn man, wie dies beispielsweise nach den preufsisch-hessischen Grundsätzen zulässig ist, drei Lokomotiven zwischen je zwei Schiebebühnen stellt, so erhält man bei 21 m Lokomotivlänge rund 70 m Abstand der Schiebebühnengruben, so dafs man bequem mit dem Weichenwinkel 1 : 9 auskommt. Diese Form ist, wenn in der Längsrichtung Gelände verfügbar ist, unbegrenzt erweiterungsfähig, ohne dafs bei der doppelten Gleisanlage für einfahrende und ausfahrende Lokomotiven der regelmäfsige Verkehr der Lokomotiven in Frage gestellt würde. In dieser Beziehung ist diese Schuppenform allen anderen Schuppenformen überlegen.

Wenn man einen mit Schiebebühnen ausgerüsteten Rechteckschuppen auch mit Zugängen von den Stirnseiten her versieht, also die Form II mit der Form I verbindet, so verbessert man

*) Im Jahre 1897 in einem von mir gemeinsam mit dem jetzigen Regierungs- und Baurate Kaufmann bearbeiteten Bahnhofsentwurfe für Christiania vorgeschlagen und seitdem wiederholt, namentlich auch in meinen Vorträgen empfohlen, meines Wissens aber noch nicht ausgeführt.



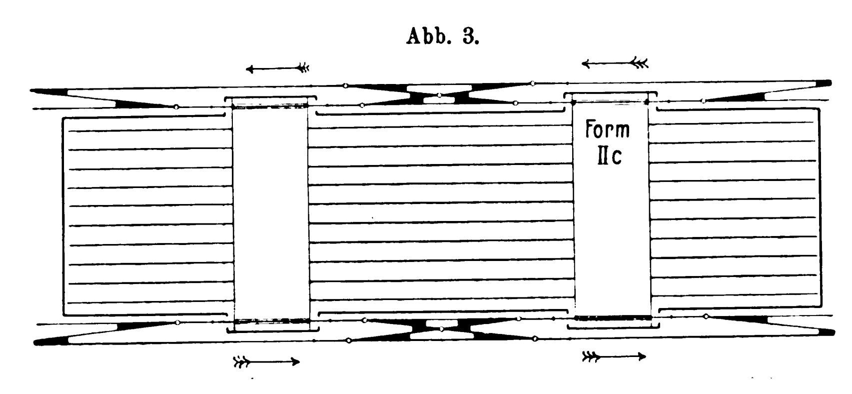
zwar die Zugänglichkeit für einen Teil der Stände, nimmt aber Gelände in Anspruch, das sonst in der Regel für die Bekohlungsanlagen besonders vorteilhaft zu verwenden ist, und verschlechtert zugleich durch die vielen Tore die Heizbarkeit. Gleichwohl kann es sich empfehlen, sofern nicht zwei oder mehr Schiebebühnenfahrten vorhanden sind, von einer Stirnseite her Zugänge für den Fall der Not wenigstens für einen Teil der Stände zu schaffen, wobei dann die Tore im gewöhnlichen Gebrauche geschlossen bleiben. Allerdings ist zweifelhaft, ob es nicht ratsamer ist, statt dessen die Schiebebühnenanlagen, wie in Textabb. 3 angedeutet, mit je zwei Schiebebühnen auszurüsten.

Beim Vergleiche eines solchen Schuppens mit einem Ringschuppen bilden etwaige Nottore einen wesentlichen Vorteil. Also dürfen die hierdurch entstehenden Kosten für Tore, Gleise und Platzbedarf bei einem Kostenvergleiche nicht zu Ungunsten des Rechteckschuppens in die Wagschale geworfen werden.

Besonders ungünstig für die Beheizung ist es, wenn man, wie beispielsweise in der Schweiz üblich, die Schiebebühnen unbedeckt läfst, wodurch zugleich ein anderer wesentlicher Vorteil des Rechteckschuppens: die Übersichtlichkeit, fast ganz verloren geht.

Die rechteckigen Schuppen mit Schiebebühnen, namentlich in der Form IIc (Textabb. 3), gestatten die gute Ausnutzung

Abb. 3.



verhältnismäfsig schmaler und langer Geländestreifen, eignen sich daher namentlich für den Fall, dafs eine grofse Zahl von Lokomotiven im Innern eines Bahnhofes, etwa zwischen den beiden Seiten eines zweiseitig angelegten Verschiebebahnhofes, unterzubringen sind*). In dieser Beziehung sind sie insbesondere der Ringform überlegen, der einzigen, die bei grofsen Lokomotivzahlen mit ihnen in Wettbewerb treten kann, falls man den Lokomotivbestand nicht in mehrere Schuppen zersplittern will. Die rechteckigen Schuppen mit Schiebebühnen sind sehr übersichtlich, gewähren längs der Lokomotiven gleichmäfsigen Arbeitsraum, sind gut heizbar und gut künstlich zu beleuchten. Die Überdeckung und die Beleuchtung mit Tageslicht machen wegen der grofsen Abmessungen Schwierigkeiten, die in der Regel dazu geführt haben, dafs man mehrfach wiederholte Satteldächer mit Schneesäcken dazwischen und Oberlichter angeordnet hat, die wegen Beräucherns und bei Schneefall mangelhaft wirken. Besser läfst sich diesen Schwierigkeiten durch Wahl ganz flacher Dächer, am besten Holzzement, in abwechselnder Höhe mit Traufen an den Längsseiten begegnen, wobei die lotrechten Stufen zwischen je zwei in verschiedener Höhe liegenden Dächern als Fensterflächen ausgebildet werden.*)

Ein gegen diese Schuppen geltend zu machendes Bedenken, dafs der Zugang durch Schiebebühnen erfolgt, hat seit Einführung des elektrischen Betriebes für die Schiebebühnen wesentlich an Gewicht verloren. Ohne künstlichen Zugang kommt man bei grofsen Schuppen nicht aus. Gegenüber den Drehscheiben sind aber die Schiebebühnen deshalb im Vorteile, weil einmal in Schuppen mit zwei oder mehreren Schiebebühnen durch die Ungangbarkeit einer Schiebebühne nur ein kleiner Teil der Lokomotiven oder auch gar keine von der Ausfahrt abgesperrt werden, und ferner, weil eine Schiebebühnengrube sich im Notfalle leicht mit vorhandenen Mitteln, beispielsweise Schwellenstapeln, überbauen läfst, um den Lokomotiven durch eine zweite Schiebebühne oder durch Nottore Ausfahrt zu gewähren. Allerdings mufs eine gute Gangbarkeit der Schiebebühnen gefordert werden. Ungünstiger Baugrund und insbesondere die Lage eines Bahnhofes im Senkungsgebiet können dazu Veranlassung geben, dafs man von der Verwendung eines Rechteckschuppens mit Schiebebühne absieht, und eine im übrigen weniger zweckmäfsige Schuppenform wählt.

Der gegenüber dem Ringschuppen immer noch etwas gröfseren bebauten Grundfläche steht eine Ersparnis an Umfassungswänden und Toren gegenüber. Auch lassen sich die rechteckigen Flächen bequemer überdecken, als die trapezförmigen. Beim Ringschuppen sind die Kosten der Strahlengleise und ihrer Durchschneidungen nicht aufser Acht zu lassen. Anderseits wird der Umstand, dafs aufser je einer etwa 20 bis 40 Stände bedienenden Schiebebühne im Ganzen noch eine Drehscheibe vorzusehen ist, während bei der Ringform auf etwa 20 bis 25 Stände nur eine Drehscheibe entfällt, den Kostenvergleich häufig zu gunsten der Ringschuppen wenden. Doch dürfte der Kostenunterschied namentlich bei grofsen Anlagen selten so bedeutend werden, dafs er entgegen sonstigen Betriebs-Erwägungen den Ausschlag geben könnte.

*) Bereits in meinem auch von Zimmermann angezogenen Vortrage im Vereine für Eisenbahnkunde 1905 (Glasers Annalen 1905, S. 142) hervorgehoben.

*) Solche Dächer der Bauweise Boileau finden sich beim grofsen rechteckigen Lokomotivschuppen und dem benachbarten Werkstättengebäude auf dem Hauptbahnhofe Frankfurt a. M. (Zeitschr. für Bauw. 1891, S. 251, 464), werden auch neuerdings wieder bei einem im Baue befindlichen Lokomotivschuppen auf dem Schlesischen Bahnhofe zu Berlin mit vortrefflichem Erfolge angewandt.

(Schlufs folgt.)

Die elektrischen Stellwerke auf dem Bahnhofe Schwerte.

Von **Schepp**, Regierungs- und Baurat in Elberfeld.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XXIX bis XXXVI.

(Schlufs von Seite 178.)

O. Die Stellwerksgebäude.

Textabb. 43 bis 45.

Die Abb. 52 bis 57, Taf. XXXI zeigen die Grundrisse der Stellwerksgebäude in 1:400, Textabb. 43 die Ansicht des Stellwerkes V und Textabb. 44 die geöffnete Rückseite eines Stellwerkes. Die Gebäude der Stellwerke I bis IV bestehen im Unterbaue aus Mauerwerk und im Obergeschosse aus Fachwerk; 1,5 m unter der Zwischendecke befindet sich eine zweite Decke. Der Zwischenraum nimmt die Kabel auf. Hinter dem Stellwerke können die Dielen der obern Decke aufgenommen werden, so dafs die Arbeiter, die beim Anschliefsen der Kabel an das Stellwerk auf dem untern Boden stehen, die Anschlufsklemmen nach Textabb. 44 in Augenhöhe vor sich haben.

In allen Stellwerksgebäuden ist Warmwasserheizung eingerichtet. Der Fufsboden der Stellwerksräume ist zur Verhütung von Staubbildung mit Linoleum belegt.

An Stellwerk II ist ein Raum für den Bezirksaufsichtsbeamten angebaut. Der langgezogene eingeschossige Anbau an

Abb. 43.

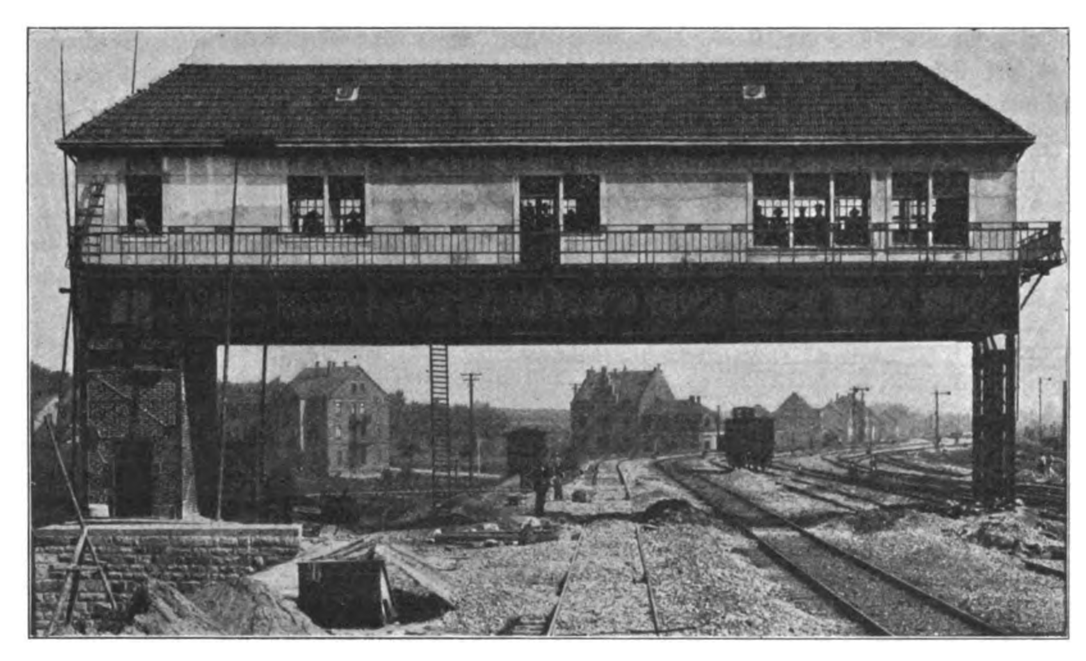
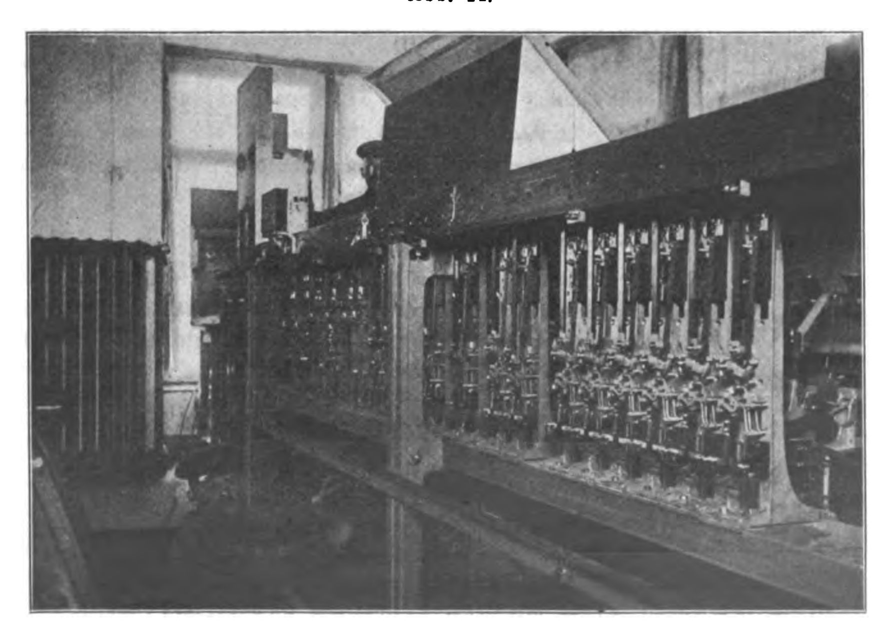


Abb. 44.



Stellwerk III enthält nächst dem Stellwerke die Werkstätte und das Vorratlager für den Unterhaltungsarbeiter, auf der andern Seite den Raum für die Schalttafel, dessen Inneres Textabb. 45 zeigt, und daran anschliefsend den Raum für die beiden Speicher.

Das Gebäude für das Befehlstellwerk V (Abb. 57, Taf. XXXI und Textabb. 43) ist über den Gleisen XVII bis XIX auf eisernen Stützen errichtet und mit Eisenfachwerkwänden versehen.

P. Die Baukosten.

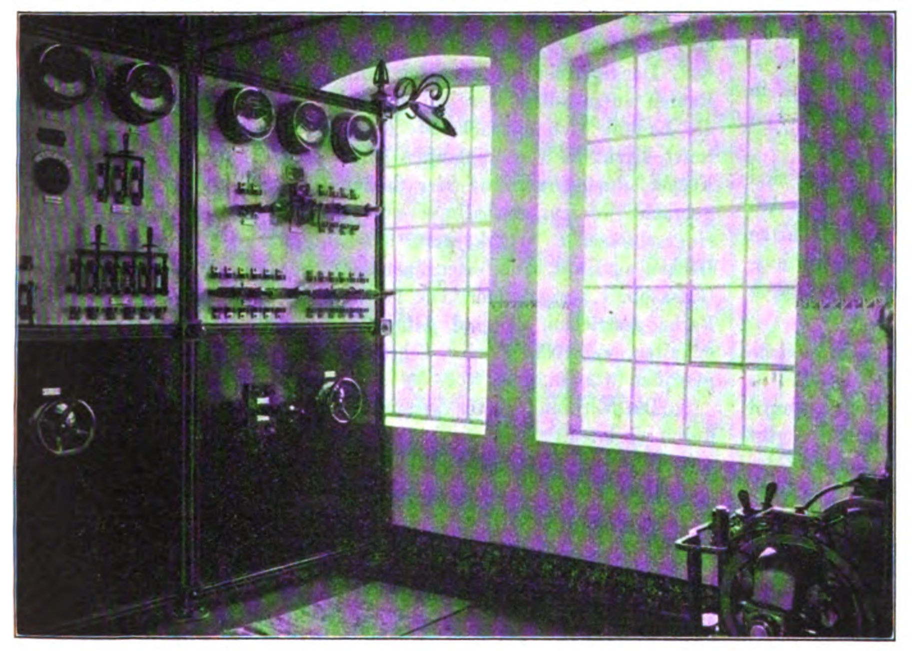
Die Ausführung der Stellwerke ausschliefslich der Gebäude ist an das Werk Max Jüdel & Co., das im engern Verdinge die niedrigste Forderung stellte, zu der Vertragsumme von rund 190000 Mark vergeben. Dieser Betrag hat sich durch einige nachträglich nötig gewordene Ergänzungen noch etwas erhöht.

	Gegenstand	Betrag im einzelnen für				Betrag im ganzen für			
		Arbeit		Lieferung		Arbeit		Lieferung	
		M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.
	Stellwerk I.								
	Ein 68teiliges elektrisches Weichen- und Signal-Stellwerk zu liefern, betriebsfähig zu schalten und aufzustellen, enthaltend:								
26	Weichen- und 6a Signalschalter mit Überwachungsmagnet, Kuppelstromschliefsern, Verschlufseinrichtung und Schild, nach Zeichnung	16	50	162	50	429	—	4225	—
2	Signalschalter A und E, F, G, H, mit Überwachungs-Kuppelstrom- und Signalrückmelde-Magnet, Verschlufseinrichtung und Schild nach Zeichnung . .	18	—	192	—	36	—	384	—
2	Fahrstrafsenschalter e/f und g,h für je 2 Fahrstrafsen mit Selbstsperrung in gezogener Lage und Wiederfreigabe durch die letzte Zugachse mit Stromschlufseinrichtung zur Herstellung der Abhängigkeitstromkreise mit Schieber, Antriebklinke und Schild nach Zeichnung	16	50	163	50	33	—	327	—
1	Fahrstrafsenschalter a XXVIII/a XXIX, für 2 Fahrstrafsen mit Selbstsperrung in Ruhe und in gezogener Lage eingerichtet zur Freigabe aus Ruhestellung und Auflösung der gezogenen Lage von Stellwerk II, sonst wie vor nach Zeichnung	—	—	—	—	18	50	183	50
1	Fahrstrafsenschalter a XXX/frei, für eine Fahrstrafse, sonst genau wie vor .	—	—	—	—	15	—	150	50
1	Magnetschalter im Stellwerke zur Herstellung der Verbindung der stromdicht gelagerten Schiene und Schienenstromschliefser im Ausfahrgleise mit den Sperrmagneten der Fahrstrafsenschalter nach Zeichnung	—	—	—	—	3	—	28	—
36	freie Plätze im Stellwerke zu beliebiger Verwendung	3	—	37	—	108	—	1332	—
2	Wecker zum Anzeigen von Unregelmäfsigkeiten im Stellwerksbetriebe und zur Anzeige über die erfolgte Auflösung der Fahrstrafse	2	50	14	25	5	—	28	50
1	Taste zur Hülfsauflösung der Ausfahrstrafsen	—	—	—	—	8	—	37	50
2	Doppelachsstromschliefser an den Signalschaltern A und E, F, G, H zur Abschaltung des Induktorstromes	4	50	33	—	9	—	66	—
	Aufschneidbare Spitzenverschlüsse mit den Weichenantrieben zu verbinden, mit Lieferung der erforderlichen Verbindungstangen und zwar:								
30	Stück für einfache Weichen und einfache Kreuzungsweichen	10	—	6	50	300	—	195	—
4	Stück für doppelte Kreuzungsweichen	15	—	6	50	60	—	26	—
32	elektrische Weichenantriebe mit Kabelanschlufsgehäusen, schweifseisernen Grundplatten, Aufschneidevorrichtung, ausgeführt für Wiederherstellung der richtigen Weichenlage nach erfolgtem Aufschneiden vom Stellwerke aus, mit Überwachung des richtigen Zungenschlusses an den Weichenantriebstangen zu liefern und an den Weichen anzubringen nebst Anschlufs an die Kabel	35	—	310	—	1120	—	9920	—
4	Stück vorhandene Weichensignalböcke anzuschliefsen ohne Lieferung . . .	4	50	—	—	18	-	—	
4	Ablenkwinkel für Weichensignalgestänge mit eisernem Fufse ohne Schutzkasten nach Zeichnung zu liefern und einzubauen	5	—	19	—	20	—	76	—
4	Rollenlager zur Unterstützung von Weichensignalgestänge nach Zeichnung wie vor	—	50	4	25	2	—	17	—
34	Weichensignalböcke mit Antrieb und Schutzkasten, ohne Laterne, in Verbindung mit den Antrieben nach Zeichnung	4	—	22	50	136	—	765	—
20	m Rundeisen von 20 mm Durchmesser zur Verbindung entfernt stehender Weichensignale mit dem Hakenschlosse wie vor	—	40	—	80	8	—	16	—
4	Regelungskloben mit Anschweifsenden zum Anschliefsen vorhandener Weichensignalböcke nach Zeichnung wie vor	4	—	6	50	16	—	26	—
	Signale und Laternen mit allem Zubehör, eingerichtet für elektrischen Antrieb zu liefern und betriebsfähig aufzustellen und zwar:								
1	einflügeliges Einfahrsignal A von 12,0 m Höhe nach Zeichnung	—	—	—	—	18	—	389	—
4	einflügelige Ausfahrsignale, Brückensignale, E, F, G und H je 4 m hoch nach Zeichnung	12	—	220	—	48	—	880	—
1	Vorsignal A nach Zeichnung	—	—	—	—	11	—	102	—
2	Scheibensignale, 6a Signale, von 6 m Höhe, eingerichtet für schmalen Raum mit Gestängeantrieb und Schutzkasten nach Zeichnung	13	50	235	—	27	—	470	—
6	elektrische Signalantriebe für die einflügeligen Signale A, E, F, G, H und das Vorsignal von A eingerichtet zum „Halt"-Fallen der Flügel bei Fahrstrafsenauflösung und bei Gefahrzuständen, zu liefern und anzubringen und an die Kabel anzuschliefsen nach Zeichnung	35	—	372	—	210	—	2232	—
		—	—	—	—	2658	50	21876	—

	Gegenstand	Betrag im einzelnen für				Betrag im ganzen für			
		Arbeit		Lieferung		Arbeit		Lieferung	
		M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.
	Übertrag . .					2658	50	21876	—
1	stromdicht gelagerte Schienenstrecke herzustellen, mit Lieferung der erforderlichen Holzlaschen, Kabelanschlufskasten und so weiter, sowie Anschliefsen an das Kabel	—	—	—	—	12	50	112	50
2	Schienenstromschliefser zu liefern und zu verlegen nebst Anschliefsen der Kabel, nach Zeichnung	8	50	103	50	17	—	207	—
	Kabel zur betriebsfähigen Herstellung der Verbindungen zwischen dem Stellwerke einerseits und den Weichen- und Signal-Antrieben, den stromdicht gelagerten Schienen und Schienenstromschliefsern anderseits, sowie zur Herstellung der Freigabe- und Fahrstrafsenauflöse-Leitungen, mit den erforderlichen Endverschlüssen und Kabelverteilungsgehäusen zu liefern und mit der Kabeloberkante mindestens 80 cm unter Schwellenoberkante in Gräben, teils gemeinsam, teils einzeln in Sand gebettet und mit Ziegelsteinen abgedeckt zu verlegen, bei verwaltungseitiger Gestellung des Sandes und der Ziegelsteine und zwar:								
5210	m 4-aderiges Kabel nach den Weichenantrieben	—	33	—	71	1719	30	3699	10
1050	m 7-aderiges Kabel nach dem einflügeligen Einfahrsignale mit Vorsignal und nach den Ausfahrsignalen	—	38	—	90	399	—	945	—
470	m 3-aderiges Kabel nach den stromdicht gelagerten Schienen und Schienenstromschliefsern	—	32	—	62	150	40	291	40
650	m 6-aderiges Kabel als Freigabe- und Auflöse-Leitung vom Stellwerke II .	—	36	—	88	234	—	572	—
450	m 2-aderiges Kabel nach dem Schienenstromschliefser im Einfahrgleise . .	—	30	—	56	135	—	252	—
170	m Gestängeleitung aus Gasrohr von 42 mm äufserm Durchmesser und 4 mm Wandstärke mit Muffen und mit den Walzenlager-Unterstützungen zu liefern und zwischen der Weiche 8 und dem 6a Signale XXX, sowie zwischen der Weiche 10 und dem 6a Signale XXIX in Kanälen zu verlegen nach Zeichnung	—	30	2	65	51	—	450	50
2	Ablenkhebel für Gestängeleitungen zweiseitig gelagert nebst schweifseisernen Gabeln, eisernem Gestelle und schweifseisernen Schutzkasten mit Riffelblechdeckel zu liefern und unterirdisch zu verlegen nach Zeichnung	8	—	64	50	16	—	129	—
1	desgleichen mit Flacheisenunterlage nach Zeichnung	—	—	—	—	9	—	76	50
2	Ausgleichhebel für Gestängeleitungen, zweiseitig gelagert mit 2 Gabeln, eisernem Gestelle, sowie mit schweifseisernem Schutzkasten mit Riffelblechdeckel zu liefern und einzubauen nach Zeichnung	8	—	71	50	16	—	143	—
170	m Kanal 150 mm weit aus 3 mm starkem verzinktem Eisenbleche nebst den eisernen Stofsunterlagen zum Abdecken von Gestängeleitungen zu liefern und zu verlegen nach Zeichnung	—	15	2	50	25	50	425	—
1	4-teiliges Blockwerk mit 2 Wechselstrom- und 2 Gleichstrom Blockfeldern für die Streckenblockung mit allem Zubehöre zu liefern und im Stellwerksgebäude auf einem verwaltungseitig zu beschaffenden hölzernen Untersatze betriebsfähig aufzustellen, mit Lieferung und Anbringung einer elektrischen Druckknopfsperre über dem Streckenendfelde	—	—	—	—	27	50	1005	—
	Zusammen . .	—	—	—	—	5470	70	30184	—
	Stromlieferungsanlage:								
1	Speicher bestehend aus 204 Zellen Tudorscher Bauart J. 6d mit einer Aufnahmefähigkeit von 218 Ampère-Stunden bei 22 Ampère gröfster Entladestromstärke und 54 Ampère gröfster Ladestromstärke mit Glasgefäfsen, Holzgestell und sonstigem Zubehöre zu liefern, in dem Anbaue an Stellwerk III aufzustellen und in Betrieb zu setzen	—	—	—	—	630	—	5770	—
1	Schalttafel aus Marmor in Eisenfassung nebst allen erforderlichen Regelungs-, Mefs- und Schaltwerken, Sicherungen, Wandlampen und sonstigen Teilen zu liefern und in besonderen Räumen der Gebäude für den Speicher anzubringen mit Herstellung der Verbindungsleitungen	—	—	—	—	485	—	2180	—
200	m eisenbandbewehrtes und asphaltiertes Bleikabel von 2×35 qmm Querschnitt ohne Prüfdrähte vom Empfangsgebäude bis Stellwerk III	—	25	3	36	50	—	672	—
730	m wie vor, von 3×25 qmm Querschnitt mit Prüfdrähten vom Stellwerke III bis Stellwerk V	—	25	3	95	182	50	2883	50
900	m wie vor, von 3×16 qmm Querschnitt mit Prüfdrähten vom Stellwerke III bis Stellwerk I	—	22	2	85	198	—	2565	—
		—	—	—	—	1545	50	14070	50

	Gegenstand	Betrag im einzelnen für Arbeit M.	Pf.	Lieferung M.	Pf.	Betrag im ganzen für Arbeit M.	Pf.	Lieferung M.	Pf.
	Übertrag . .					1545	50	14070	50
280	m wie vor, von 3×6 qmm Querschnitt ohne Prüfdrähte vom Stellwerke III bis Stellwerk II	—	20	1	70	56	—	476	—
260	m wie vor von 3×6 qmm Querschnitt ohne Prüfdrähte vom Stellwerke III bis Stellwerk IV	—	20	1	70	52	—	442	—
1	Stromerzeugungsmaschine bestehend aus: 1 Gleichstromnebenschlufs-Stromerzeuger mit Triebmaschine für eine Leistung von 1,6 Kw bei einer mittlern Spannung von 45 Volt, die sich bis 55 Volt hochregeln läfst; gröfste Stromstärke 35 Amp., Drehungszahl n = 2250 in der Minute. Hiermit unmittelbar gekuppelt: 1 Gleichstromnebenschlufs-Triebmaschine mit Stromerzeuger, die bei 2250 Drehungen und 220 Volt Klemmenspannung 2,9 P.S. leistet; gröfster Stromverbrauch 12 Amp. 2 Satz Grundanker 1 Lederkupplung	—	—	—	—	50	—	842	—
1	Ölanlasser für Anlauf mit voller Last mit besonderm Stromschliefser zum Anschalten des Ladestromes, selbsttätiger Ausschaltung bei Rückgang der Spannung wirkend, und mit staubdichter Abdeckung	—	—	—	—	12	—	135	—
1	Nebenschlufsregler mit zwei Widerständen und 8 Schleifringen eingerichtet zum Umkehren der Stromrichtung des Stromerzeugers für 45 Volt	—	—	—	—	50	—	150	—
1	verstellbarer Vorschaltwiderstand zum unmittelbaren Laden des Speichers bei schadhafter Stromerzeugungsmaschine, als Aushülfe	—	—	—	—	18	—	150	—
	Verbindungsleitung zwischen Schalttafel und Stromerzeugungsmaschine	—	—	—	—	45	—	28	—
1	Wattstundenzähler für 40 Ampère und 220 Volt	—	—	—	—	16	—	144	—
	Zusammen . .	—	—	—	—	1844	50	16457	50

Abb. 45.



Veranschlagt war:

	Arbeit Mk.	Lieferung Mk.
Stellwerk I	5470,70	30184,00
» II	2155,00	12467,75
» III	2684,30	16894,10
Einrichtung auf dem Bahnsteige	30,00	406,00
Stellwerk IV	2815,90	14537,30
» V	11582,00	60561,70
Stromlieferungsanlage	1844,50	16457,50
Signalbrücken	1407,65	10572,35
Zusammen	27990,05	162080,70
Im ganzen	190070,75 Mark.	

Die Ansätze im einzelnen sind in dem vorstehenden Anschlage (S. 201 ff.) angegeben.

Q. Bauleitung.

Die Pläne für die Stellwerke sind nach dem von der Verwaltung aufgestellten Entwurfe vom Werke Max Jüdel und Co. im Einzelnen ausgearbeitet, deren Ingenieur Jakobi auch Angaben über die Wirkungsweise der Maschinenanlage gemacht hat, die im Vorstehenden benutzt sind.

Die Entwürfe für die Gebäude sind unter der Leitung des Regierungsbaumeisters Spölgen aufgestellt. Die örtliche Bauleitung lag in den Händen des Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektors Gutjahr.

R. Behandlung des Speichers.

Taucht man zwei Bleiplatten in verdünnte Schwefelsäure H_2SO_4, so überziehen sie sich mit einer dünnen Schicht von schwefelsaurem Bleioxyd $PbSO_4$. Wird dann ein elektrischer Strom in diese Zelle gesandt, so zersetzt er das Wasser H_2O in Wasserstoff H und in Sauerstoff O. Der Wasserstoff H setzt sich in der Richtung des Stromes, also an der Austrittseite ab, — Platte, der Sauerstoff O dagegen an der Eintrittseite, + Platte.

Durch die Berührung von Wasserstoff und Sauerstoff mit den Bleiplatten wird eine chemische Veränderung bewirkt. An der + Platte wird das schwefelsaure Bleioxyd zu Bleisuperoxyd PbO_2,

einer rötlichbraunen Masse, während der Wasserstoff an der — Platte das schwefelsaure Bleioxyd in schwammiges Blei Pb verwandelt.

Da Schwefelsäure frei wird, steigt der Sättigungsgrad der Flüssigkeit.

Unterbricht man dann die Stromzufuhr und verbindet die Platten miteinander, so entsteht ein elektrischer Strom von entgegengesetzter Richtung des Ladestromes, der so lange dauert, bis die beiden Bleiplatten sich wieder durch den nun an die entgegengesetzten Platten übergehenden Wasser- und Sauerstoff mit schwefelsauerm Bleioxyd überzogen haben.

Der Vorgang der Überführung des schwefelsauern Bleioxyds in Bleisuperoxyd an der + Platte und der Bildung des Bleischwammes an der — Platte, also die Umwandelung der elektrischen Arbeit in chemische, nennt man „Ladung", den Vorgang der Rückbildung der chemischen Arbeit in elektrische „Entladung" der Zelle.

Ladet und entladet man solche Zellen wiederholt und vertauscht hierbei die + und die — Platte einige Male, so wird die Oberfläche der Bleiplatten allmälig aufgelockert, und die Fähigkeit der Platten, sich an der Oberfläche zu verändern, wächst. Nach und nach nimmt mehr Blei an der Umwandelung teil.

Man nennt den Vorgang des häufigen Ladens und Entladens Zurichten der Platte, die hierdurch erzeugte Menge an Bleisuperoxyd und Bleischwamm „tätige" Masse. Die Zurichtung ist sehr zeitraubend und kostspielig. Man hilft daher künstlich nach, indem in die Platten Bleisuperoxyd eingestrichen wird. Die + Platte enthält Mennige Pb_3O_4 und die — Platte Bleiglätte PbO. Die „Akkumulatorenfabrik A.-G. Hagen", welche den Speicher für das elektrische Stellwerk geliefert hat, streicht nur die — Platte mit Bleioxyd, und zwar mit einer Mischung von Bleiglätte und verdünnter Schwefelsäure aus. Die + Platten werden durch mehrwöchentliches Laden zugerichtet.

Die Platten sind zum Festhalten aufgelockerter Masse gitterförmig ausgebildet, gerippt oder mit Ansätzen versehen.

Die Speicher bestehen aus rechteckigen Gefäfsen aus Glas, in die die — und + Platten mit rechteckiger Fläche, durch Hartgummi getrennt, eingehängt werden.

Um die wirksame Oberfläche der Platten zu vergröfsern, sind in einem Gefäfse mehrere Platten neben einander gehängt. Die Anordnung der Platten erfolgt derart, dafs sich zwischen zwei — Platten eine + Platte befindet, wodurch die beiden Seiten der + Platte ausgenutzt werden. Die + und — Platten werden unter sich durch Bleileisten in Nebeneinanderschaltung verbunden.

Als Flüssigkeit wird verdünnte Schwefelsäure gebraucht, welche bei neuen Zellen das Einheitsgewicht von $1{,}_{15}$ bis $1{,}_{2}$ haben soll.

Die aus schwammigem Blei als — Pol und aus Bleisuperoxyd als + Pol gebildete Einzelzelle in verdünnter Schwefelsäure gibt durchschnittlich 2 Volt Spannung. Die Gröfse und Anzahl der Platten innerhalb einer Zelle hat keinen Einflufs auf die Spannung, dagegen ist diese abhängig von der Sättigung der Schwefelsäurelösung, gröfsere Dichte der Säure gibt etwas höhere Spannung, und ferner von dem Grade der Ladung des Speichers.

Im vollgeladenen Zustande ist die Spannuug höher, in fast entladenem Zustande niedriger als 2 Volt.

Beim Laden mit der gewöhnlichen Stromstärke wächst die Spannung der Speicherzelle zuerst schnell auf $2{,}_{15}$ Volt und nimmt während der nächsten Stunden nur sehr langsam zu.

Gegen Ende der Ladung beginnen zunächst an der + und dann auch an der — Platte Gasbläschen aufzusteigen und zwar an der + Platte Sauerstoff, an der — Platte Wasserstoff. Das ist ein Zeichen, dafs nicht mehr der ganze Sauer- und Wasserstoff zur Umwandelung der tätigen Masse in Bleisuperoxyd und schwammiges Blei benutzt wird.

Vom Beginne der Gasentwickelung bei $2{,}_{2}$ Volt steigt die Klemmenspannung bis zu $2{,}_{5}$ Volt rasch an, um dann bis $2{,}_{7}$ Volt langsam zuzunehmen. Die Dichte der Schwefelsäure nimmt während der Ladung zu und bei der Entladung wieder ab.

Die Dichte der Schwefelsäure wird an einem in der Flüssigkeit schwimmenden Aräometer beobachtet; nach dessen Angabe kann man den Fortschritt der Ladung beurteilen.

Die Elektrizitätsmenge, welche aufgespeichert werden kann, hängt ab von dem Gewichte der tätigen Masse und der Gröfse der wirksamen Oberflächen der Platten. Man nennt diese Elektrizitätsmenge die Aufnahmefähigkeit des Speichers und versteht darunter das Produkt aus der gröfsten Entladestromstärke in die Zeit der Entladung; diese Zahl drückt die Elektrizitätsmenge in Ampèrestunden aus, wenn die gröfste Stromstärke in Ampère und die Zeit in Stunden gemessen ist. Ein Speicher, der eine Aufnahmefähigkeit von 30 Ampèrestunden hat, kann einen Strom von $7{,}_{5}$ Ampère 4 Stunden, einen Strom von 5 Ampère 6 Stunden, einen Strom von 1 Ampère 30 Stunden lang hergeben, je nach der erforderlichen gröfsten Entladestromstärke.

Das Produkt aus der mittlern Entladespannung nach Volt gemessen in die Anzahl der Ampèrestunden, die ein Speicher geliefert hat, bezeichnet man mit der elektrischen Arbeitsleistung in Wattstunden.

Bleibt ein Speicher längere Zeit ungeladen stehen, oder ist er zu tief entladen worden, und wird nicht innerhalb 24 Stunden wieder aufgeladen, so bildet sich auf den Platten eine harte Sulfatschicht, wodurch die Leistung vermindert wird. Dasselbe kann auch eintreten, wenn die Speicher ganz langsam mit sehr schwachen Strömen entladen werden.

Derartige Speicher haben die Eigenschaft, gleich nach Anschaltung des Ladestromes eine Spannung von $2{,}_{5}$ bis $2{,}_{7}$ Volt anzuzeigen, sie erwecken dadurch den Anschein, als ob sie voll geladen seien. Läfst man jedoch den Ladestrom weiterarbeiten, so sinkt die Spannung allmälig auf den regelmäfsigen Anfangswert eines im Zustande der Ladung befindlichen Speichers.

Das Bleisulfat gibt der + Platte eine hellere, der — Platte eine dunklere Färbung.

Der Speicher ist in einem kühlen, trockenen und nicht zu engen Raume aufzustellen, der gut gelüftet werden mufs, damit das bei der Ladung sich entwickelnde Knallgas, das Schwefelsäure mit sich reifst, leicht ins Freie gelangen kann. Offene Flammen und glühende Körper dürfen während der Ladung nicht in den Speicherraum gebracht werden, weshalb er nur durch elektrisches Glühlicht mit eingeschlossenen Glühkörpern erleuchtet wird. Die Wände und Decken sind mit säurefester Farbe zu streichen, der Fufsboden ist aus Gufsasphalt herzustellen. Die hölzernen Gestelle sind mit säurefester Farbe gestrichen, sie sind gefugt und durch Holzpflöcke zusammengehalten, weil Nägel oder Schrauben aus Metall von der Säure angegriffen würden.

Die Verbindung der zusammenwirkenden Speicherkästen erfolgt durch Verlöten.

Zum Füllen der Zellen wird reine verdünnte Schwefelsäure benutzt.

Die gute Haltbarkeit des Speichers ist wesentlich durch die Reinheit der Säure und des zum Nachfüllen verwendeten Wassers bedingt. Die Säure soll mindestens 1 cm über den Platten stehen, vermindert sich diese Höhe durch Verdunstung, so sind die Zellen nachzufüllen.

Als Nachfüllflüssigkeit darf nur verwendet werden:

1. Destilliertes Wasser, wenn der Säuregehalt über $1{,}_{25}$ Einheitsgewicht in geladenem Zustande beträgt;
2. Säure von Einheitsgewicht $1{,}_{23}$, wenn der Säuregehalt unter $1{,}_{23}$ Einheitsgewicht in geladenem Zustande beträgt.

In der Regel wird man 4 bis 5 mal mit destilliertem Wasser nachfüllen können, ehe eine Nachfüllung mit Säure von $1{,}_{23}$ Einheitsgewicht nötig ist. Die Nachfüllsäure wird von den vom Speicherlieferer namhaft gemachten Stellen bezogen. Unverdünnte Säure ist nicht zu verwenden.

Die Säure und das destillierte Wasser müssen vor der Verwendung mittels des jedem Kasten beigegebenen Reagenzkastens auf

Chlor geprüft werden, die Säure ist auch auf schädliche Metalle zu untersuchen.

Bei der Ladung ist darauf zu achten, dafs die vorgeschriebene Ladestromstärke nie überschritten wird. Über den Zustand der Ladung der Zellen hat sich der Wärter durch Messung der Spannung und durch Beobachten der Zellen hinsichtlich des Grades der Gasentwickelung zu unterrichten.

Die Speicher werden mit der vorgeschriebenen Stromstärke bis zu einer Spannung von 2,5 Volt für die Zelle geladen, dann unterbricht man den Ladestrom auf eine Stunde und ladet nach Ablauf der Ruhepause weiter, bis die Spannung wieder 2,5 Volt erreicht.

Der Grad der Entladung ist täglich durch mehrmalige Spannungsmessung festzustellen, dabei hat der Wärter die Zellen während der Stromabgabe zu messen.

Kurzschlüsse der Zellen müssen unter allen Umständen vermieden werden; die Zellen würden dabei Ströme hergeben, die weit über die zulässige gröfste Entlade-Stromstärke hinausgehen und die Folge davon würde sein, dafs sich die Platten werfen, dafs die tätige Masse abbröckelt und der Speicher dauernd geschädigt wird.

Im übrigen ist darauf zu halten, dafs die Speicher nie zu tief entladen werden.

Gegen Ende der Ladung hat der Wärter den Speicher darauf zu untersuchen, ob in allen Zellen gleichmäfsig Gas entwickelt wird. Wenn eine Zelle in der Gasentwickelung hinter den anderen derselben Gruppe zurückgeblieben ist, so liegt meist ein Kurzschlufs in der Zelle vor; sie mufs dann einer genauen Besichtigung unterzogen werden. Hierzu bedient man sich der elektrischen Glühlampe an beweglicher Schnur. Beim Ableuchten der Zwischenräume zwischen den einzelnen Platten läfst sich unschwer erkennen, ob ein Kurzschlufs durch Masseteilchen, oder durch hineingefallene Metallstückchen vorhanden ist. Bei einem Kurzschlusse in einer Zelle entfärbt sich die sonst dunkelbraune + Platte in kurzer Zeit und nimmt die graue Farbe der — Platte an. Man beseitigt die Kurzschlüsse mit einem dünnen schmalen Stabe aus Holz oder Glas.

Feuchtigkeit an den Zellen ist zu entfernen, da hierdurch Neben- und Erdschlüsse verursacht werden können. Zerbrochene Glasröhren und Glasgefäfse sind durch neue zu ersetzen. Sich krümmende Platten sind durch Zwischenschieben von Glasröhren von der Nachbarplatte fernzuhalten. Bleischwamm, der sich namentlich am untern Rande der — Platten und an den Glasröhren festsetzt, ist mittels eines Holzstäbchens zu entfernen.

Übergangsbogen.

Von Dr. techn. **K. Watorek**, Konstrukteur an der technischen Hochschule in Lemberg.

(Schlufs von Seite 186.)

III. Die Schwerpunktsbahn.

Wegen der Überhöhung erleidet der Schwerpunkt eine Verschiebung von der Gleismitte nach Innen um das wagerecht gemessene Ausmafs:

$$\vartheta = \frac{t}{s}\eta.$$

Die Abweichung der Schwerpunktsbahn von der Geraden folgt aus der Verschiebung ϑ und der Abweichung y der Gleisachse, somit ist die Gleichung der Schwerpunktsbahn:

$$\zeta = y + \frac{t}{s}\eta;\quad \frac{d\zeta}{dx} = \frac{dy}{dx} + \frac{t}{s}\frac{d\eta}{dx}$$

$$\text{Gl. p)} \quad \dots \quad \frac{d^2\zeta}{dx^2} = \frac{d^2y}{dx^2} + \frac{t}{s}\frac{d^2\eta}{dx^2}$$

und nach Einführung der Werte

$$\text{Gl. 16)} \quad \zeta = \frac{2^8}{3^3.5^3.C.n^3.h^2}\left(x^5 - \frac{2^8}{3.5\,nh}x^6 + \frac{2^7}{3^2.5^2.7.n^2.h^2}x^7\right) + \frac{2^{10}t}{3^3.5^2.s\,n^3.h^2}\left(x^3 - \frac{2^2}{5\,n\,h}x^4 + \frac{2^6}{3.5^3.n^2.h^2}x^5\right).$$

mit den Ableitungen:

$$\text{Gl. 17)} \quad \frac{d\zeta}{dx} = \frac{2^8}{3^3.5^2.C.n^3.h^2}\left(x^4 - \frac{2^4}{5^2.n\,h}x^5 + \frac{2^7}{3^2.5^3.n^2.h^2}x^6\right) + \frac{2^{10}t}{3^2.5^2.s.n^3.h^2}\left(x^2 - \frac{2^4}{3.5\,n\,h}x^3 + \frac{2^6}{3^2.5^2.n^2\,h^2}x^4\right).$$

$$\text{Gl. 18)} \quad \frac{d^2\zeta}{dx^2} = \frac{2^{10}}{3^3.5^2.C.n^3.h^2}\left(x^3 - \frac{2^2}{5\,n\,h}x^4 + \frac{2^6}{3.5^3.n^2.h^2}x^5\right) + \frac{2^{11}t}{3^2.5^2.s.n^3.h^2}\left(x - \frac{2^3}{5\,n\,h}x^2 + \frac{2^7}{3^2.5^2.n^2.h^2}x^3\right).$$

Für $x = 0$ folgt $\zeta = 0$; $\frac{d\zeta}{dx} = 0$ und $\frac{d^2\zeta}{dx^2} = 0$.

Die Schwerpunktsbahn geht berührend in die Gerade über und hat am Anfange einen unendlich grofsen Krümmungshalbmesser.

Für $x = \frac{l}{2} = \frac{3.5\,n\,h}{2^4}$ folgt:

$$\text{Gl. 19)} \quad \dots \quad \zeta = \frac{3^2.5^2.n^2.h^3}{7.2^{10}.C} + \frac{h\,t}{2\,s}.$$

$$\text{Gl. 20)} \quad \dots \quad \frac{d\zeta}{dx} = \frac{3.5^2.n.h^2}{2^9\,C} + \frac{t}{sn}.$$

$$\text{Gl. 21)} \quad \dots \quad \frac{d^2\zeta}{dx^2} = \frac{h}{2\,c} = \frac{1}{2\,r}.$$

In der Bogenmitte ist der Krümmungshalbmesser dem der Gleisachse gleich und nach Gl. 7) doppelt so grofs, wie der Kreisbogenhalbmesser.

Für $x = l = \frac{3.5\,nh}{2^3}$ wird:

$$\text{Gl. 22)} \quad \dots \quad \zeta = \frac{3^2.5^2.n^2.h^3}{7.2^6\,C} + \frac{h\,t}{s}.$$

$$\text{Gl. 23)} \quad \dots \quad \frac{d\zeta}{dx} = \frac{3.5\,n\,h^2}{2^4\,C} = \frac{dy}{dx}.$$

$$\text{Gl. 24)} \quad \dots \quad \frac{d^2\zeta}{dx^2} = \frac{h}{C} = \frac{1}{r} = \frac{d^2y}{dx^2}.$$

Die Endberührende der Schwerpunktsbahn hat gleiche Richtung mit der der Gleisachse, da aber letztere den Kreisbogen berührt, so schliefst sich auch die Schwerpunktsbahn berührend an den Kreisbogen an.

Der Krümmungshalbmesser der Schwerpunktsbahn ist an deren Ende gleich dem des Kreisbogens, somit ist auch die stetige Abnahme des Krümmungshalbmessers der Schwerpunktsbahn von ∞ bis r nachgewiesen.

Im allgemeinen ist der Wert der Krümmung beider Linien mit Ausnahme der Punkte für $x = 0$, $\frac{l}{2}$ und l verschieden. In der ersten Bogenhälfte ist die Krümmung der Schwerpunktsbahn stärker, als die der Gleisachse; der Unterschied wächst mit dem Abstande vom Anfangspunkte, bis er für einen Wert $x = x_a$ seinen Höchstwert erreicht: dann nimmt er ab, und wird in Bogenmitte gleich Null. In der zweiten Bogenhälfte gestaltet sich die Sache ähnlich, nur ist die Krümmung der Schwerpunktsbahn schwächer, als die der Gleisachse.

Die jeweilige Gröfse des Unterschiedes der Krümmungen ist dem zweiten Gliede der Gl. 18) gleich; die dem Höchstwerte entsprechenden Werte für x folgen aus der Gleichsetzung der ersten Ableitung dieses Gliedes mit Null.

So ergibt sich:

$$x^2 - \frac{3.5.n.h}{2^3} x + \frac{3.5^2.n^2.h^2}{2^7} = 0$$

$$x = \frac{3.5.n.h}{2^4} \pm \frac{5nh}{2^4} \sqrt{3} = \frac{1}{2} \pm \frac{1}{6} \sqrt{3}.$$

und angenähert

Gl. 25) . . . . . . $x_a = 0{,}21$; $x_b = 0{,}81$.

Mit Hülfe der Gl. 4) und 18) ergibt sich in x_a:

Gl. 26) . . . . . $\frac{1}{\varrho^a} = \frac{d^2 y}{dx^2}_{(x=a)} = \frac{181\,h}{5^5.C}$.

Gl. 27) . $\frac{1}{\varrho_1^a} = \frac{d^2 \zeta}{dx^2}_{(x=a)} = \frac{181\,h}{5^5.C} + \frac{2^{10}.t}{5^4.s.n^2.h}$

und in x_b:

Gl. 28) . . . . $\frac{1}{\varrho^b} = \frac{d^2 y}{dx^2}_{(x=b)} = \frac{23.2^7.h}{5^5.C}$.

Gl. 29) $\frac{1}{\varrho_1^b} = \frac{d^2 \zeta}{dx^2}_{(x=b)} = \frac{23.2^7.h}{5^5.C} - \frac{2^{10}.t}{5^4.s.n^2.h}$

Der Unterschied der Krümmungen beider Linien hat einen Unterschied zwischen der wirklichen, der Krümmung der Gleisachse entsprechenden Überhöhung η, und der eigentlich erforderlichen, der Krümmung der Schwerpunktsbahn entsprechenden Überhöhung η_1 zur Folge. — Bezeichnet man diesen Unterschied der Überhöhungen mit Δ, so folgt aus den Gl. 26) bis 29) bei Benutzung der Formel $\eta = \frac{C}{\varrho}$:

$$\Delta_a = \Delta_b = \Delta = \frac{2^{10}.C\,t}{5^4.s.n^2.h} \quad \text{und}$$

Gl. 30) . . . . . . $n = \frac{2^5}{5^2} \sqrt{\frac{t}{\Delta s}} . r$,

eine Gleichung, welche das Neigungsverhältnis $\frac{1}{n}$ für jeden Bogenhalbmesser bei gegebenen t, s und Δ zu bestimmen gestattet.

Je gröfser Δ ist, desto kleiner wird n, desto kürzer der Übergangsbogen, daher ist die Feststellung des zulässigen Wertes für Δ von grofser Wichtigkeit. Näheres hierfür anzugeben ist Sache der Versuche; hier werden nur die Umstände betont, welche dafür sprechen, dafs eine zu enge Beschränkung von Δ zwecklos wäre. Diese sind folgende:

1. Die Erhaltung der richtigen Überhöhung, wie auch die Legung und Erhaltung des Gleises mit richtigen Werten der Krümmungshalbmesser ist kaum zu erwarten.
2. Wegen des Unterschiedes der Überhöhungen strebt das Fahrzeug, sich aus der Mittelstellung nach einem der Schienenstränge zu verschieben. Die Reibung zwischen Rad und Schiene wirkt dieser Verschiebung entgegen und vernichtet gewissermafsen den Einflufs des Überhöhungsunterschiedes.
3. Die Stetigkeit im Wechsel der Werte für den Krümmungshalbmesser läfst vermuten, dafs eine etwaige Verschiebung des Fahrzeuges von einer Schiene zur andern sanft und ohne Stöfse erfolgen wird, da letztere nur bei einem Sprunge im Werte der Krümmungshalbmesser entstehen können.

Die Gestalt beider Bogen und die Überhöhungszunahme mögen nun durch Beispiele erläutert werden.

Bei der Annahme: s = 1,50 m, t = 1,80 m und Δ = 10 mm gibt Zusammenstellung I die für verschiedene Bogenhalbmesser nach Gl. 30) berechneten Werte für die Zahl n.

Zusammenstellung I.

r m	n	r m	n	r m	n
250	220	800	400	2500	700
300	240	1000	450	3000	770
350	260	1200	490	3500	830
400	280	1500	550	4000	890
500	320	1800	600	4500	940
600	350	2000	630	5000	990

Für die weitere Rechnung wird mit Rücksicht auf die Windschiefe der Schienenstränge als Mindestwert n = 300 eingeführt.

Beispiel 1.

Gegeben: v = 60 km/St. = 16,67 m/sek; r = 350 m.

$$C = \frac{1{,}50 \times 16{,}67^2}{9{,}81} = 42{,}45$$

$$h = \frac{42{,}45}{350} = 122 \text{ mm}.$$

Die Länge des Übergangsbogens ist nach Gl. 2)

$$l = \frac{3.5.300.0{,}122}{8} = 68{,}6 \text{ m},$$

die Verschiebung der Geraden u nach Gl. 14)

$$u = \frac{3^2.5^2.300^2.0{,}122^3}{7.2^9.42{,}45} = 241 \text{ mm}.$$

Der Berührungspunkt des verlängerten Kreisbogens mit der verschobenen Geraden hat den Abstand (Gl. 13)

$$a = \frac{68{,}6}{2} = 34{,}3 \text{ m}.$$

Der Schnittpunkt der Endberührenden mit der Geraden ist vom Ende des Bogens nach Gl. 15) um $z = \frac{2}{7} . 68{,}6 = 19{,}60$ m entfernt.

Die Punkte des gröfsten Überhöhungsunterschiedes haben die Abstände (Gl. 25):

$x_a = 0{,}2 . 68{,}6 = 13{,}7$ m; $x_b = 0{,}8 . 68{,}6 = 54{,}7$ m.

Die mit Hülfe der Gl. 4), 6), 16) und 18) berechneten Abweichungen und Krümmungshalbmesser für beide Linien, wie auch die den letzten entsprechenden Überhöhungen sind in Zusammenstellung II aufgeführt.

Zusammenstellung II.

Länge x m	Überhöhung wirklich mm	Überhöhung nötig mm	Abweichung der Gleisachse mm	Abweichung der Schwerpunktsbahn mm	Krümmungshalbmesser der Gleisachse m	Krümmungshalbmesser der Schwerpunktsbahn m
0	0	0	0	0	∞	∞
10,0	3	10	0	4	14176	4225
13,7	7	15	3	11	6014	2896
20,0	18	25	10	32	2293	1676
30,0	47	49	66	122	908	878
34,3	61	61	120	193	700	700
40,0	80	76	234	330	534	557
50,0	107	100	587	715	398	427
54,7	115	107	835	973	370	396
60,0	120	114	1188	1332	354	374
68,6	122	122	1928	2074	350	350

Beispiel 2.

Gegeben: $v = 100$ km/St. $= 27{,}78$ m/sek, $r = 1000$ m.

Berechnet wie im Beispiele 1:

$$C = \frac{1{,}50 \,.\, 27{,}78^2}{9{,}81} = 118{,}00,$$

$$h = \frac{118}{1000} = 118 \text{ mm}.$$

$$l = \frac{3 \,.\, 5 \,.\, 450 \,.\, 0{,}118}{2^3} = 99{,}6 \text{ m}.$$

$$u = \frac{3^2 \,.\, 5^2 \,.\, 450^2 \,.\, 0{,}118^3}{7 \,.\, 2^9 \,.\, 118} = 177 \text{ mm}.$$

$$a = \frac{99{,}6}{2} = 49{,}8 \text{ m}.$$

$$z = \frac{2}{7} \,.\, 99{,}6 = 28{,}46 \text{ m}.$$

$x_a = 0{,}2 \,.\, 99{,}6 = 19{,}9$ m; $x_b = 0{,}8 \,.\, 99{,}6 = 79{,}7$ m.

Die berechneten Werte für die Überhöhungen, Abweichungen und Krümmungshalbmesser für einzelne Bogenpunkte erscheinen in Zusammenstellung III.

Zusammenstellung III.

Länge x m	Überhöhung wirklich mm	Überhöhung nötig mm	Abweichung der Gleisachse mm	Abweichung der Schwerpunktsbahn mm	Krümmungshalbmesser der Gleisachse m	Krümmungshalbmesser der Schwerpunktsbahn m
0	0	0	0	0	∞	∞
10,0	1	8	0	1	115363	14154
19,9	7	17	1	9	17265	7133
30,0	19	27	9	32	6065	4224
40,0	38	43	33	79	3119	2770
49,8	59	59	89	160	2000	2000
60,0	81	76	197	294	1454	1547
70,0	99	91	373	492	1187	1300
79,7	111	101	624	757	1062	1164
90,0	117	110	985	1125	1004	1068
99,6	118	118	1417	1559	1000	1000

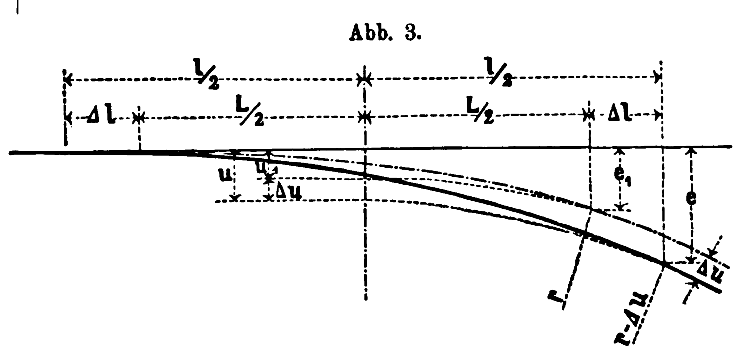
Die im Beispiele 2) behandelten Linien sind in Textabb. 2 dargestellt.

In Textabb. 2a ist der Aufrifs der Überhöhungslinie dargestellt, die volle Linie zeigt die wirkliche, die gestrichelte die nötige Überhöhung. In Textabb. 2b stellt die volle Linie die Gleisachse, die —.—.—.— Linie die Schwerpunktsbahn dar.

Die Anwendung dieses Übergangsbogens stöfst auf keine Schwierigkeiten. Das Legen und Erhalten der Überhöhungskrümmung wird leichter sein, als bei dem üblichen Übergangsbogen, bei dem die Ausrundung der Knickpunkte dem Oberbauleger überlassen wird. Die Gleisachse ist der kubischen Parabel ähnlich, somit wird das Legen und Erhalten ebenso leicht durchführbar sein, wie beim üblichen Übergangsbogen.

Zu überlegen ist nur noch, ob und wie sich dieser Übergangsbogen in eine vorhandene Strecke einschalten läfst. Die Geraden sollen dabei unberührt bleiben und die Abweichungen der Bogenmitten zusammenfallen. (Textabb. 3).

Abb. 3.



Bei derartiger Anordnung erscheint es nötig, den Kreisbogen um Δu nach Innen derart zu verschieben, dafs der Mittelpunkt des Bogens unberührt bleibt, während der Bogenhalbmesser um Δu verkleinert wird.

Wenn für den vorhandenen Übergangsbogen, die kubische Parabel, L die Länge, $1 : n$ das unveränderliche Neigungsverhältnis der Überhöhung des äufsern Stranges und u_1 die Verschiebung des Kreisbogens von der Geraden bezeichnen, so sind für weitere Rechnungen bekanntlich folgende Formeln zu verwenden:

$$L = n_1 h$$

$$u_1 = \frac{L^2}{24 r} = \frac{n_1^2 h^3}{24 C}.$$

Nach Gl. 14) folgt:

$$\text{Gl. 31)} \ldots \Delta u = u - u_1 = \frac{h^3}{48 C} (3 n^2 - 2 n_1^2).$$

Der neue Anfang der Übergangskrümmung rückt vom vorhandenen um das Mafs Δl zurück, wobei

$$\text{Gl. 32)} \,.\, \Delta l = \frac{1}{2} (l - L) = \frac{h}{16} (15 n - 8 n_1) \text{ ist.}$$

Mit Hülfe von Gl. 31) und 32) sind die Lage des Übergangsbogens und ihm gehörigen Kreisbogens vollständig bestimmt.

Einen Überblick über die Gröfse der Mafse Δu und Δl bietet die Zusammenstellung IV. Im Sinne des Erlasses des österreichischen Eisenbahnministeriums vom 24. Juni 1905 Z: 5278*) wurde für die Geschwindigkeit 60 km/st die Zahl $n_1 = 300$, dagegen für die Geschwindigkeit 100 km/st $n_1 = 500$ angenommen.

*) Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1905, Heft 25.

Zusammenstellung IV.

Halbmesser r m	Überhöhung h mm	Zahl n	Zahl n_1	Δu mm	Δl m
a) Geschwindigkeit 60 km/st. C = 42,48.					
300	141	300	300	124	18,5
350	122	300	"	80	16,0
400	106	300	"	53	13,9
500	85	320	"	38	12,8
600	71	350	"	33	12,6
800	53	400	"	23	11,9
1000	43	450	"	17	11,7
1200	35	490	"	11	10,8
1600	26	550	"	8	10,0
b) Geschwindigkeit 100 km/st. C = 118,00.					
1000	118	450	500	31	20,3
1200	98	490	"	37	20,5
1500	79	550	"	35	21,0
2000	59	630	"	24	20,1
2500	47	700	"	18	19,2
3000	39	770	"	14	18,4
3500	34	830	"	11	18,0
4000	30	890	"	9	17,6
4500	26	940	"	7	16,4

Die in Zusammenstellung IV angegebenen Mafse für Δu sind so klein, dafs die Verschiebung des Bogens auf dem vorhandenen Bahnkörper ohne Erbreiterung der Unterbaukrone durchführbar sein wird. Die Verringerung des Kreisbogenhalbmessers um Δu hat keine Bedeutung. Die erforderliche Länge Δl, um die der Anfang der neuen Übergangskrümmung gegen die vorhandene verschoben werden soll, beträgt nach Zusammenstellung IV höchstens 21 m und wird wohl überall zu finden sein. Nötigen Falles können die Anfangspunkte der Übergangsbogen zweier benachbarter Kreisbogen zusammenfallen, was nach von Borriés*) zulässig und bei kurzen Zwischengeraden sogar zweckmäfsig erscheint.

Schliefslich sei noch erwähnt, dafs der in der Abhandlung »Übergangsbogen« **) empfohlenen Mafsregel: »das Gleis zunächst auf etwa ein Drittel der Länge des Übergangsbogens in der Geraden liegen zu lassen und nur die äufsere Schiene allmälig, anfangs sehr langsam, weiterhin schneller zu heben, in der zweiten Hälfte des Übergangsbogens dann mit ziemlich scharfer Krümmung in den Kreisbogen überzugehen« durch die neue Gestalt des Übergangsbogens gut entsprochen wird.

*) Organ 1905, S. 22.

**) Organ 1905, S. 25.

Selbsttätige Prüf- und Zähl-Vorrichtung für Fahrkarten-Druckmaschinen.

Von **Rotta**, Architekt zu Elberfeld.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XLII.

Den bewährten, in den Karten- und Fahrkarten-Druckereien verwendeten Karten- und Fahrkarten-Druckmaschinen haftet noch der Übelstand an, dafs bei Verschleifs und Verstaubung der einzelnen Teile, mangelhafter zu bedruckender Pappe oder bei sonstigen Unregelmäfsigkeiten Doppel- und Fehl-Drucke entstehen, die oft Unannehmlichkeiten für die Verwaltungen und die Beamten der Ausgabestellen der Karten zur Folge haben. Bekanntlich wird beim Drucken der Karten zuerst der Wortlaut aufgedruckt, dann die Nummer, wobei es vorkommt, dafs zwei Nummern auf einander gedruckt werden, welcher Fehler erst bei ganz genauer Nachprüfung zu erkennen ist. Wenn auch die Karten und Fahrkarten vor der Ausgabe noch nachgesehen werden, ist es doch nicht zu vermeiden, dafs solche Doppel- und Fehl-Drucke bei grofsem Gedränge an den Ausgabeschaltern mit zur Ausgabe gelangen, wodurch den Beamten dieser Ausgabestellen Fehlbeträge in der Kasse entstehen. Dies gab Veranlassung, für das Drucken der Karten Einrichtungen zu suchen, die diesen Übelstand abstellen. Wenn diese Einrichtungen im Betriebe der Druckereien auch zunächst Kosten verursachen, so läfst die Vermeidung der Weiterungen in der Kassenführung ihre Beschaffung doch vorteilhaft erscheinen.

Zwar wurden auch alle möglichen Anstrengungen gemacht, um den berechtigten Klagen über Ausgabestörungen den Boden zu entziehen, und so wurde eine erhebliche Anzahl von Vorkehrungen für diesen Zweck von Seiten der mit dem Drucken der Karten beschäftigten Beamten erfunden, jedoch um bald wieder zu verschwinden, weil sie sich nicht bewährten.

Neuerdings hat nun die Maschinenbauanstalt Ernst Kleine in Elberfeld mit Unterstützung von einigen Beamten der Fahrkartendruckerei eine selbsttätige Prüf- und Zähl-Vorrichtung*) eingeführt, die allen gerechten Anforderungen zu entsprechen scheint.

Diese einfache und sinnreiche Vorrichtung kann an jeder Kartendruckmaschine ohne gröfsere Kosten angebracht werden, und beruht auf dem Gedanken, jeden Doppel- oder Fehl-Druck durch ein elektrisches Läutewerk anzuzeigen, durch ein Zählwerk die fertig gedruckten Karten zu zählen und bei vorkommenden Fehl- oder Doppel-Drucken die Nummer der Karte anzugeben, bei der der Fehler vorgekommen ist.

Die Durchführung ist die folgende (Abb. 1 bis 3, Taf. XLII). In einem Gehäuse a wird ein darin geführter Schlitten b von einer Feder hoch gehalten, in welchem eine wagerecht verschiebbare Nase c von einer zweiten Feder nach vorn gedrückt wird. Der Schlitten b ist nach unten zu einem runden Bolzen ausgestaltet. Unmittelbar unter letzterm befindet sich in einem Schiebergehäuse e ein wagerecht beweglicher Schieber f, der beim Niedergange des Schlittens b herausgedrückt wird und die als Stromschliefser wirkenden Messingfedern g verbindet. Neben der obern Nase c befinden sich auf beiden Seiten des Schlittengehäuses a nach unten drehbare, von leichten Federn hochgehaltene Gelenkklappen d (Abb. 2 und 3, Taf. XLII), die zur Aufnahme der bedruckten Fahrkarten dienen und diese wieder in den untern Fahrkartenbehälter fallen lassen.

*) D. R. P. und D. R. G. M.

An der linken Seite des Schlittengehäuses a (Abb. 2, Taf. XLII) ist ein Zählwerk i befestigt, welches durch eine am Druckrahmen A der Druckmaschine angebrachte, verstellbare Stofsvorrichtung k mittels eines nach einer Seite federnden Sperrzahnes l bedient wird. An der Seite des Zählwerkes i ist ein Aussetzer n (Abb. 1 und 2, Taf. XLII) mit einer über dem Triebrade des Zählwerkes i schwebenden Rolle o angebracht, welche das Zählwerk i bei ordnungsmäfsigem Drucken der Maschine nicht behindert. Unter dem Aussetzer n befindet sich ein Sperrhaken p, welcher den Aussetzer n gegebenen Falles in seiner eingerückten Lage hält.

Das Schlittengehäuse a ist nach dem Zählwerke hin schlitzartig durchbrochen, damit eine an dem Schlitten b befestigte, gelenkig federnde Nase m den Aussetzer n des Zählwerkes i beim Niedergange des Schlittens b berühren und einsetzen kann.

An dem Druckrahmen A der Druckmaschine ist aufser dem üblichen Stöfser B ein zweiter verstellbarer Stöfser h angebracht, der auf die kleinste Unregelmäfsigkeit in der Kartenlänge eingestellt werden kann. Aufserdem ist an der Druckmaschine eine Klingel mit einer stromerzeugenden Zelle angebracht und von ihren beiden Polen aus mit den Federn g verbunden.

Die gleichfalls einfache Wirkungsweise der Vorrichtung ist die folgende. Nachdem die bedruckte Karte von der nächstfolgenden durch den Kartenschieber der Maschine aus der Führung des Drucktisches herausgeschoben ist, gelangt sie auf die Gelenkklappen d und wird auf Kartenlänge gegen die Nase c gedrückt, diese bei richtiger Länge so stellend, dafs der Stöfser h beim Niedergange des Druckrahmens A an der Nase c vorbeigleitet und die Karte zusammen mit dem Stöfser B nach unten in den Fahrkartenbehälter drückt. Gleichzeitig wird bei diesem Niederdrücken das Zählwerk i durch den Sperrzahn l um eine Ziffer weiterbewegt.

Ist aber eine Karte aus irgend einem Grunde zu kurz, oder wird sie nicht genügend vorgeschoben, so wird auf die Nase c von der auf den Gelenkklappen d gleitenden Karte nicht genügend nach vorn gedrückt, so dafs der Stöfser h nicht an ihr vorbeigleiten kann, sondern sie mit dem Schlitten b hinunter drückt. Der Schlitten b treibt den Schieber f wagerecht heraus, dieser verbindet die mit den Polen des Läutewerkes verbundenen Messingfedern g und setzt somit das Läutewerk so lange in Tätigkeit, bis der Drucker den Schieber f zurückschiebt und die Verbindung der beiden Messingfedern damit aufhebt. Gleichzeitig rückt beim Hinunterbewegen des Schlittens b die an diesem befestigte federnde Gelenknase m am Zählwerke den Aussetzer n ein, so dafs die Rolle o den Sperrzahn l zurückdrückt, und dieser an dem Triebrade des Zählwerkes i vorbeigleitet. Alsdann fällt der Sperrhaken p ein und verhindert ein weiteres Ingangsetzen des Zählwerkes durch etwaige Erschütterungen der Maschine, so dafs an ihm zu ersehen ist, bei welcher Karte die Unregelmäfsigkeit entstand.

Es ist wohl auch versucht worden, die Ausgabe von Fehldrucken dadurch zu vermeiden, dafs die fertig gedruckten Karten durch besondere Zählmaschinen nachgezählt wurden. Die Anschaffungskosten einer solchen Maschine sind aber höher, als die dieser Prüf- und Zähl-Vorrichtung; dazu kommt, die Einführung hindernd, dafs die besondere Zählmaschine noch eine Arbeitskraft erfordert, während die neue Vorrichtung durch die Druckmaschine bedient wird.

Bei der Fahrkartendruckerei der Eisenbahndirektion Elberfeld sind seit rund zwei Jahren an zwei Fahrkartendruckmaschinen solche Prüf- und Zähl-Vorrichtungen in Gebrauch und arbeiten vorzüglich, ohne den Druckern wesentliche Umstände und Schwierigkeiten zu verursachen, oder die Leistungsfähigkeit der Druckmaschine zu beeinträchtigen.

Inhaber des Patentes dieser neuen Prüf- und Zähl-Vorrichtung für Karten- und Fahrkarten-Druckmaschinen zum Anzeigen von Fehl- und Doppel-Drucken und zum Zählen der ordnungsmäfsig bedruckten Karten ist die Maschinenbauanstalt Ernst Kleine in Elberfeld.

Gewichtswagen der Grofsherzoglich badischen Eisenbahnen.

Von **Friedr. Zimmermann,** Oberingenieur zu Karlsruhe.

Die badische Eisenbahnverwaltung hat zu den vorhandenen vier Gewichtswagen von 40 t noch zwei bestellt, sodafs 1908 jedem der sechs Maschineninspektionsbezirke einer zugeteilt werden kann.

Bei der Benutzung der zwei ersten, 1903 eingestellten Gewichtswagen*) zeigte es sich, dafs das Ablassen und Hochziehen der Rollgewichte mittels des Flaschenzuges zu lange dauerte. Zunächst wurde ein Windewerk mit selbsthemmendem Schneckenantriebe am Krane angebracht, und als das Aufwinden der Gewichte mit dieser Einrichtung zu langsam ging, ein Windewerk mit Stirnrädern eingesetzt.

Damit nun kein gefährlich rasches Ablassen der Gewichte möglich ist, wurde in das Getriebe eine Geschwindigkeitsbremse eingebaut und dabei durch besondere Gestaltung des Hebels zum Lösen der Bremse die Einrichtung so getroffen, dafs das Ablassen der Rollgewichte mit einer bestimmten Geschwindigkeit erst möglich wird, wenn die Kurbelwelle ausgerückt ist.

Das Aufziehen der leeren Kette, um ein weiteres Rollgewicht abzuheben, geht nicht so schnell wie erwünscht wäre, da nur eine Übersetzung vorhanden ist und diese für das Heben von 2000 kg durch zwei Arbeiter eingerichtet werden mufste.

Da sich diese Krananordnung bewährt hat, soll sie bei allen sechs Gewichtswagen durchgeführt werden.

Der Schaftdurchmesser der Rollgewichte wird bei den beiden neuen Gewichtswagen 60 mm kleiner sein, als der Laufkreisdurchmesser. Die badischen Gleiswagen können nämlich von Landfuhrwerken befahren werden. Der Gleisanschlufs an die Wage ist für das An- und Abfahren dieser Fuhrwerke mit Schotter angefüllt. Damit nun die Walzen oder Rollgewichte leicht über den Schrotter hinwegrollen, erhält der innere Teil der Walze einen kleinern Durchmesser.

*) Organ 1904, S. 99.

Die Zahl der Gleiswagen mit 40 t Wägefähigkeit ist bei der badischen Eisenbahnverwaltung in den letzten Jahren stark in die Höhe gegangen, sodafs die schweren Gewichtswagen ständig benutzt werden. Das Abheben und Hochziehen von je $10\,^0/_0$ der Last für die Prüfung dieser Gleiswagen mit zwei Rollgewichten von je 2 t kann in kurzer Zeit vorgenommen werden. Diese Zeitabkürzung gegenüber dem frühern Verfahren des Abhebens kleiner Schienenstücke von 50 kg ist von besonderm Werte, wenn Gleiswagen nur nachgeprüft werden müssen und diese Prüfung zwischen zwei sich folgenden Zügen durchgeführt werden soll. Auch ist das Ablassen und Hochheben der Rollgewichte mittels des Kranes für die Arbeiter weit weniger beschwerlich, als das Abnehmen der vielen Schienenstücke von 50 kg der alten Gewichtswagen.

Nur das Verschieben der schweren Gewichtswagen von 40 t auf die Wage erfordert eine gröfsere Kraftanstrengung als das Verstellen der alten Wagen von nur 25 t. Daher wurden den neuen Wagen längere und kräftige Wagenschieber beigegeben.

Die Rollgewichte werden zweckmäfsig auch zur Prüfung der Güterhallenwagen von mehr als 2000 kg Wägefähigkeit verwendet, die in denselben Zeiträumen, wie die Gleiswagen gestempelt werden müssen, sowie zum Prüfen der Verladekrane auf den Stationen, sodafs das Beibringen von Schienen zur Kranbelastung vermieden wird.

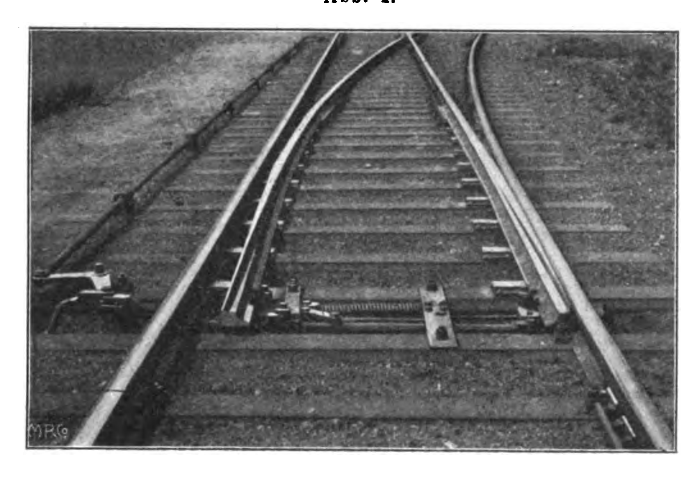
Federweichen und Herzstücke mit umstellbarer Flügelschiene zur Herstellung eines lückenlosen Hauptgleises.

Von **J. Grimme**, Betriebsingenieur des Bochumer Vereines zu Bochum.

Die Weichen mit federnden Zungen sind in den letzten Jahren in grofser Anzahl zur Anwendung gekommen.

Textabb. 1 stellt eine Federweiche dar, die im wesentlichen nach dem Muster der preufsischen Staatseisenbahnen ausgeführt ist. Herrn Geheimrat Kohn gebührt das Verdienst, die grofsen Vorzüge der Federweiche erkannt und ihre Ausbildung für die preufsischen Staatsbahnen gefördert zu haben.

Abb. 1.



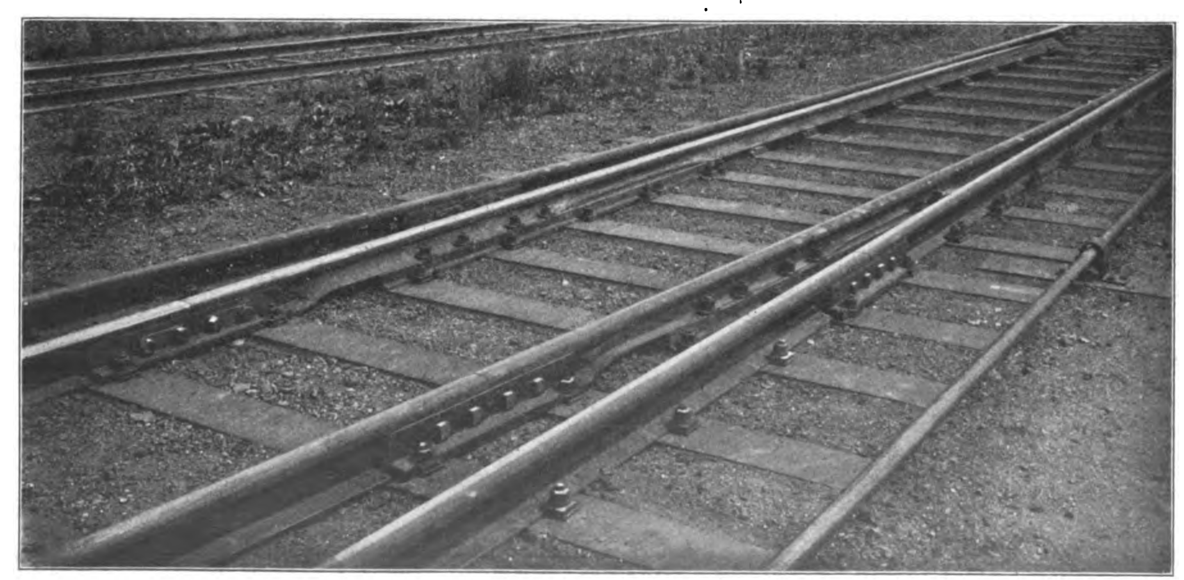
Mehrere andere Eisenbahn-Verwaltungen haben die Federweiche eingeführt und weitere Verwaltungen stellen Versuche mit Federweichen an.

Ein Hauptvorzug der Federweiche besteht in der vollständigen Beseitigung des Gelenkes am Wurzelende der Zunge. Das Gelenk ist dadurch ersetzt, dafs die Zunge selbst in einem Teile ihrer Länge seitlich so biegsam gemacht ist, dafs ihre Tragkraft in senkrechter Richtung nicht wesentlich vermindert wird.

Textabb. 2 zeigt das Anschlufsende der Zunge mit dem biegsamen Teile. Der letztere ruht auf einer mit dem Schwellenroste fest verbundenen Unterplatte. Der hintere Teil der Zunge ist auf dieser Platte mit in den Zungenfufs einspringenden Schrauben gegen Längsverschiebung gesichert. Das Anschlufsende der Zungen ist in Schienenform umgeschmiedet und mit der anschliefsenden Schiene wie üblich verlascht.

Wenn nun auch die Beseitigung des losen Zungengelenkes aus dem Gleise ein Fortschritt ist, so erschien doch anfangs das Biegen der ganzen Zunge als etwas so Ungewohntes, dafs Bedenken dagegen geäufsert worden sind. Der Umstand aber, dafs die Räder nur die ungespannte an der Backenschiene anliegende Zunge, nie die abgebogene Zunge befahren, und ferner die Tatsache, dafs die Zunge eine vier- bis fünfmal so grofse seitliche Biegung aushält, ohne bis zur Elasti-

Abb. 2.



zitätsgrenze in Anspruch genommen zu werden, haben zur Beruhigung über dieses Bedenken geführt.

Es befinden sich jetzt mehr als 3000 Federweichen im Betriebe, an keiner Stelle hat das Biegen der Zunge Nachteile gezeigt.

Ein weiterer Vorzug der Federweiche besteht in ihrer Unempfindlichkeit gegen zweispuriges Einfahren. Die Federzungen weichen dem zweispurig einlaufenden Fahrzeuge einfach nach innen aus und die Fahrzeuge können auf dem Schwellenroste etwa 30 m weiter laufen, ohne die Weiche oder sich selbst zu beschädigen.

Textabb. 3 und 4 zeigen ein Herzstück mit beweglicher

Abb. 3.



Abb. 4.





Flügelschiene. Die letztere wird so an die Herzstückspitze herangedrückt, dafs diejenige Herzstück-Spurrinne geschlossen ist, über welche sonst die im Hauptgleise laufenden Räder kreuzen, in die sie also mehr oder minder einfallen. Das Einfalloch fehlt nun und die Überfahrt geht sanft von statten, im Hauptgleise ist jede Unterbrechung der Gleisbahn vermieden.

In Textabb. 4 ist das Herzstück für das Nebengleis geöffnet.

Der Gedanke, die Flügelschiene des Herzstückes beweglich zu machen, ist nicht neu. Neu ist nur die Ausbildung des Gelenkes, um das sich die Flügelschiene dreht, die Haltbarkeit dieses Gelenkes dürfte bestimmend für den Wert der ganzen Anordnung sein.

Der Grundgedanke der Federweiche ist auf dieses Gelenk übertragen. Eine federnde Lasche ist mit einem Ende fest mit dem festliegenden Gleise, mit dem andern ebenso mit der Flügelschiene verbunden. Die starre Verschraubung kann sich nicht rühren, also mufs sich die Lasche selbst beim Bewegen der Flügelschiene biegen.

Textabb. 5 zeigt dieses Gelenk. Durch diese Einrichtung wird das Springen der Flügelschiene vermieden und die Höhenlage der Schienenlaufbahn gesichert. Auch Längsverschiebungen der Flügelschiene, die bei losen Gelenken leicht stattfinden, sind ausgeschlossen, so lange die Enden der Federlasche starr mit den Schienen verbunden sind; diese starre Verbindung ist aber dauernd zu erreichen.

Zur Seite der Federlasche ist noch ein starker Schutzwinkel angebracht. Die andere Seite der Gelenkverbindung sieht man in Textabb. 6. Eine starke nicht biegsame Flachlasche reicht bis in die Laschenkammer der beweglichen Flügelschiene, und greift mit einem an der Innenseite befestigten kurzen Bolzen in ein Stegloch der Flügelschiene hinein, um

Abb. 5.

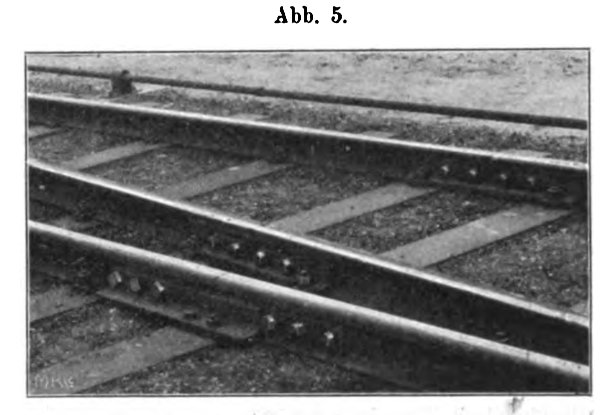


Abb. 6.

diese noch festzuhalten, wenn die biegsame Lasche einmal brechen sollte, was aber in Anbetracht der geringen Beanspruchung ausgeschlossen erscheint.

Die Flügelschiene ist mit der Weiche durch ein Gestänge zwangläufig verburden, jedoch nicht zwangläufig starr.

In das Gestänge sind zwei Federn, eine auf Zug, die andere auf Druck wirkend, in gespanntem Zustande so eingefügt, dafs bei regelrechter Umstellung keine Tätigkeit der Federn eintritt. Nur wenn die Flügelschiene bei unrichtiger Weichenstellung aufgeschnitten wird, so gibt die betreffende Feder nach und an dem Gestänge wird nichts verdorben.

Zusammen mit der Federweiche läfst sich mit diesem Herzstücke ein lückenloses Hauptgleis herstellen, durch das die jetzt beim schnellen Befahren der Weichen fühlbaren harten Schläge der Räder fast ganz vermieden werden.

Mit der Verminderung der Schläge geht aber zweifellos eine Verminderung der Abnutzung Hand in Hand, was sich in der bedeutend erhöhten Haltbarkeit der Federweichen ausdrückt.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Zeichnerische Bestimmung der wirtschaftlich vorteilhaftesten Anordnung einer Talübersetzung.

(Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1906, Heft 43. Mit Abb.)

Dr. R. Schönhöfer, Baukommissär in der Eisenbahnbaudirektion Wien, ermittelt die billigste Ausführung einer Talbrücke zeichnend in der Weise, dafs er für die einzelnen Teile einer Talbrücke, also Pfeiler, Gewölbe, Tragwerke auf Grund der betreffenden Regelpläne oder auf Grund ausgeführter Bauten, sowie der in Betracht kommenden Preise die verschiedenen Kostenlinien aufzeichnet.

Hinsichtlich der Ermittelung der Kostenlinien für die Gewölbe ist folgendes zu bemerken. Bei gegebenem Halbmesser r ist das Gewölbe vollständig bestimmt. Die Scheitelstärke d, die Kämpferstärke d', sowie die Pfeilerstärke p können aus Tafeln entnommen werden. Die Art der Ausführung der Hintermauerung und Überschüttung, sowie alles übrige ergibt sich aus den bezüglichen Regelplänen. Man kann somit die Kosten des Gewölbes k_w für jeden Halbmesser r berechnen, $k_w = f\ (r)$. Es ist aber vorteilhafter, die Beziehung $k_w = f\ (s)$ anzuwenden, worin $s = 2\,r + p$. Auf Grund dieser Gleichung erhält man die Linie der Gewölbekosten.

Die Abmessungen eines Gewölbepfeilers sind gegeben durch die Höhe h und die Pfeilerstärke p, welche wiederum durch den Halbmesser der anschliefsenden Bogen bestimmt ist. Die Anzugsverhältnisse können aus den Regelplänen entnommen werden. Man kann daher für die verschiedenen r und h die Pfeilerkosten k_p berechnen. An Stelle der Beziehung $k_p = f\ (r,h)$ wird die Beziehung $k_p = f\ (s,H)$ aufgestellt, wobei $H = h + r + d + t$, wenn t die Überschüttungshöhe über dem Gewölbescheitel bedeutet Diese Gleichung gibt die Pfeilerkostenlinien. Die Standpfeiler haben in der Regel dieselbe Form, wie die Tragpfeiler, nur ist die Pfeilerstärke gröfser. Während die Tragpfeilerstärke p nur vom Gewölbehalbmesser abhängig ist, richtet sich die Standpfeilerstärke p' auch nach der Pfeilerhöhe h. Ist $p' - p = z$, so wird $z = f\ (r,h)$ beziehungsweise $z = f\ (s,H)$. Für das Entwerfen der Standpfeiler empfiehlt es sich, eine Tafel anzulegen, oder Linien zu zeichnen, um auf Grund der verschiedenen s und H die Gröfse z zu ermitteln. Hinsichtlich der Kostenberechnung handelt es sich darum, die Kosten eines Mauerwerkstreifens von der Stärke z zu bestimmen. Es gilt die Gleichung $k_z = f\ (z,H)$; da aber $z = f\ (s,H)$, so erhält man $k_z = f\ (s,H)$. Das ergibt die Standpfeiler-Zuschlagskostenlinien; schliefslich ist $k_{p'} = k_p + k_z$.

Für eiserne, hölzerne oder Eisenbeton-Tragwerke wird die Beziehung gelten: $k_l = f\ (l)$, wenn l die Stützweite bedeutet. Je nach der Trägerform werden verschiedene Linien gezeichnet werden müssen, nämlich für Vollwandträger, Parabelträger, Halbparabelträger und andere Formen, ferner besondere Linien für die Fälle Bahn »oben«, »versenkt«, »zwischen«, »unten«. Für die Zwischenpfeiler werden die Kostenlinien in ähnlicher Weise bestimmt, wie bei den Pfeilern gewölbter Talbrücken. Sowohl bei den steinernen, als auch bei den Gerüstpfeilern wird die Beziehung gelten $k_{p''} = f\ (l,h')$, wobei h' die Höhe des Pfeilers vom Grundmauerwerke bis zu den Auflagern bedeutet. Für Pfeiler, welche zwischen einem Gewölbe und eisernen Tragwerke stehen, werden sich die Kosten angenähert bestimmen lassen, indem man sich den Pfeiler in der Weise zerlegt denkt, dafs sich die Kosten des einen Teiles als eines halben Tragpfeilers aus den Pfeilerkostenlinien ergeben. Der andere Teil kann für den Fall, dafs seine Stärke p''' angenähert gleich der Stärke p'' der Zwischenpfeiler ist, als Zwischenpfeiler angesehen werden. Nur wenn der Unterschied von p''' und p'' erheblich ist, wird man den aus den entsprechenden Linien entnommenen Kostenwert im Verhältnisse von p''' zu p'' umrechnen.

Da bei den Talbrücken meistens dieselben Teile mehrfach vorkommen, wird es sich empfehlen, Gerade zu zeichnen, mit deren Hülfe die Vervielfachung zeichnerich rasch geschehen kann. Diese Geraden dienen auch zur Umrechnung der Kosten bei Änderung der zu Grunde gelegten Preise, zur Umrechnung der Kosten im Verhältnisse von p''' zu p'' und ähnliche Fälle.

B—s.

Bahn-Oberbau.

Neuere Schienenstofsanordnungen mit enger Stofsschwellenlage.

(Dinglers Polytechnisches Journal 1906, Band 321, Hefte 26 bis 29. Mit Abb.

Regierungsbaumeister Jaehn, Bromberg, stellt Betrachtungen über die Versuche an, die die guten Eigenschaften des schwebenden Stofses mit denen des ruhenden zu vereinen suchen. Zu dieser Gruppe sind die Schienenstofsverbindungen zu zählen, die auf einen Übergang vom schwebenden zum festen Stofse durch eine möglichst verminderte Entfernung der Schienenstofs-Unterstützungen hinzielen. Praktische Schwierigkeiten bei derartigen Anordnungen bot bisher die Ausführbarkeit einer festen Unterstopfung der Stofsschwellen. Wegen geringerer Tragfähigkeit der nur mangelhaft, oder gar nicht gestopften Schwellenkante mufs sich die Schwelle bei eintretender Belastung nach innen neigen, sodafs die Stützweite des Schienenstofses um die doppelte Breite der Unterlageplatten vergröfsert wird. Ferner verteilt die Schiene den beim Übergange des Rades ausgeübten Druck wegen ihrer elastischen Durchbiegung nicht gleichmäfsig auf die ganze Fläche der Unterlageplatte, sondern überträgt ihn nach der jeweiligen Stellung des Rades im Stofsnachbarfelde oder im Stofsfelde auf die der Stofsstelle abgekehrte oder zugewendete Kante, sodafs eine ungleichmäfsige Beanspruchung der Bettung unter der Schwelle entsteht. Bei nur mangelhaft, oder gar nicht von der Stofsseite her gestopften Stofsschwellen müssen von dem ersten Befahren der Stofsstelle an Einsenkungen eintreten, die sich bei fortschreitendem Verschleifse von Lasche

und Schiene steigern. Diese schädlichen Einsenkungen können durch die Form der Unterlageplatte und ihre der Tragfähigkeit der Bettung unter der Schwelle entsprechende Stellung zur Schwelle erheblich herabgemindert werden. Die Berührungsfläche zwischen Schiene und Unterlageplatte wird am zweckmäfsigsten zylindrisch ausgebildet, um die Drehung der Schiene um den Auflagerpunkt bei der Durchbiegung zu gestatten; wird von dieser zylindrischen Ausbildung abgesehen, so empfiehlt es sich, diese Fläche in der Längsrichtung möglichst schmal zu halten, damit sich der ausgeübte Schienendruck nach Möglichkeit der senkrechten Mittelachse des Schwellenquerschnittes nähert. Weiter läfst sich durch die Lage der Platten zu nur einseitig unterstopften Schwellen eine weitere Verringerung des Bettungsdruckes an der Stofskante herbeiführen, die so zu wählen ist, dafs der Höchstwert des ungleichmäfsig verteilten Bettungsdruckes die zulässige Höhe nicht überschreitet.

Bei Stofsschwellenabständen, die nur einseitiges Unterstopfen der Stofsschwellen gestatten, hat sich ein Ausweichen der Bettung zwischen den Schwellen nicht verhindern lassen. Zur Vermeidung dieses Übelstandes erschien es geboten, die Stofsschwellen unmittelbar aneinanderzurücken, so entsteht der Zweischwellenstofs. Von diesem ist nach Vergleichsrechnungen in statischer und dynamischer Beziehung ein günstigeres Verhalten zu erwarten, als beim üblichen schwebenden Stofse, was auf Lebensdauer und Unterhaltungskosten dieser Stofsverbindung von Einflufs sein wird; da zudem die leichteren und kürzeren Laschen die Beschaffungskosten vermindern, so scheint der Zweischwellenstofs dem schwebenden Stofse auch wirtschaftlich überlegen zu sein. Die bisher mit dem Zweischwellenstofse gemachten Erfahrungen lauten durchweg günstig, doch kann ein abschliefsendes Urteil erst nach längerer Beobachtung gefällt werden.

Auf den preufsisch-hessischen Staatsbahnen werden gegenwärtig Versuche mit einer Stofsteilung von 360 mm unter Verwendung des »festen Blattstofses« nach Becherer und Knüttel in Verbindung mit Kreuzschwellen und Trogschwellen angestellt, die zunächst günstige Erfahrungen geliefert haben.

Die Eisenbahn-Direktion Kattowitz hat mit eisernen und hölzernen Doppelschwellen Versuche angestellt, und zwar wurden die Schwellen teils mit je zwei Hakenplatten, teils mit je einer durchgehenden Hakenplatte am Stofse ausgerüstet. Vorgenommene Messungen haben ergeben, dafs die Schienenenden bei dem Stofse auf Doppelschwellen weniger angegriffen werden, als beim gewöhnlichen schwebenden Stofse, und dafs die Abnutzung der Schienen an den Stöfsen diesem gegenüber gleichmäfsiger und geringer ist. Ein Senken des belasteten Schienenkopfes gegen den unbelasteten tritt nicht ein. Die hölzernen Doppelschwellen sind durch fünf eiserne Dübel miteinander verbunden; diese Verbindung hat sich vorzüglich bewährt. Die eisernen und hölzernen Doppelschwellen haben sich sehr leicht auf der ganzen Lagerfläche gleichmäfsig unterstopfen lassen.

Die Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen haben den Zweischwellenstofs im März 1901 auf je 500 m Länge einer Haupt- und einer Neben-Bahn eingebaut. Auch diese Stofsverbindungen haben sich sehr gut gehalten.

Auf der ganzen 251 km langen Strecke der Warschau-Kalischer Eisenbahn wurde ein von dem Direktions-Ingenieur der Warschau-Wiener Bahn, Professor A. Wasiutynski*), entworfener Oberbau mit Zweischwellenstofs verlegt. Dieser Oberbau liegt jetzt ungefähr drei Jahre und hat sich während dieser Zeit gut bewährt. Das günstige Verhalten dieses Oberbaues hat die Verwaltung der Warschau-Wiener Eisenbahn angeregt, den Zwischenschwellenstofs auch auf der Hauptlinie Warschau-Granica auf zwei Strecken mit einer Länge von etwa 7 km versuchsweise anzuwenden, und zwar sowohl mit Doppelwinkellaschen, welche auch dem Wandern der Schienen entgegenwirken, als auch mit Winkellaschen, bei deren Anwendung das Wandern der Schiene durch besondere Winkeleisen verhindert wird, die zu je drei Paaren auf den drei mittleren Schwellen jeder Schiene angebracht werden. Diese Anordnungen werden nach einiger Zeit ein noch sichereres Urteil über den Wert des Zweischwellenstofses erlauben. B—s.

*) Organ 1905, S. 335.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Die neuen elektrischen Glühlampen.

(The Engineer 1906, Dezember, S. 569 und 593.)

Die Forschungen zur technischen und wirtschaftlichen Verbesserung des elektrischen Glühlichtes sind auf die Verwendung anderer Stoffe als Kohlenstoff zur Herstellung des Glühkörpers und auf die weitere Entwickelung der Kohlenfadenlampen gerichtet gewesen. Die letztere Richtung sucht das Ziel zu erreichen durch Verwendung von Hochspannungslampen, die erstere durch Verwendung von Niedrigspannungslampen. Zur Erzielung grofser Lichtstärken sind jedoch nur Hochspannungslampen hergestellt worden, die Niedrigspannungslampen haben sich als unwirtschaftlich erwiesen. Wegen seiner Unschmelzbarkeit wäre der Kohlenstoff sehr geeignet für elektrische Glühlampen, wenn er sich nicht im luftleeren Raume auflöste, wobei die Glaswände geschwärzt werden und dann eine beträchtliche Lichtmenge zurückhalten. Aber auch die bei der Auflösung stattfindende Gefügeveränderung des Kohlenfadens ist mit Erhöhung des Stromverbrauches für dasselbe Licht verbunden. Die Auflösung wird mit zunehmender Wärme beschleunigt, so dafs Kohlenfadenlampen für Spannungen von 200 bis 250 Volt ihre Leuchtkraft schneller verlieren, als Niedrigspannungslampen, etwa bis zu 110 Volt. Eine wesentliche Verbesserung der Kohlenfadenlampen ist daher nicht zu erwarten. Zur Erzielung einer wirksamen Beleuchtung mufs eine wirtschaftliche Lichtquelle die gröfstmögliche Weifsgluthitze besitzen, da die Lichtmenge, welche ein Leuchtkörper aussendet, mit der fünften Potenz seiner Wärme, also aufserordentlich rasch zunimmt. Zugleich nimmt der Strombedarf mit zunehmender Wärme ab. Aus diesen Gründen sind andere Stoffe zu Glühfäden verwendet worden.

Nernst-Lampe. — Nernst nahm an, dafs von den metallischen Leitern, den Leitern erster Klasse, keiner zur

Herstellung einer wirtschaftlichen Lampe geeignet sei, und verwandte Leiter zweiter Klasse, Elektrolyten, welche durch den elektrischen Strom zersetzt werden. Es wurde festgestellt, daſs die Oxyde von Magnesium, Zirkonium, Thorium, Yttrium und anderer seltener Erdmetalle, welche den elektrischen Strom bei gewöhnlicher Wärme gar nicht leiten, bei zunehmender Wärme gute Leiter werden. Auch wurde gefunden, daſs durch eine angemessene Mischung der Erden, Zirkonium- und Yttrium-Erde, die zersetzende Wirkung des Stromes gröſstenteils verhütet werden konnte. Aber die Notwendigkeit der Vorwärmung des Leuchtkörpers ist ein groſser Nachteil der Nernst-Lampe.

Osmiumlampe. — Auer von Welsbach verwandte Osmium als Leuchtkörper für elektrische Glühlampen. Dieses Metall schmilzt nur im elektrischen Bogenlichte. Da es wegen seiner auſserordentlichen Brüchigkeit nicht zu Draht gezogen werden kann, wandte Auer ein besonderes Verfahren an, um amorphes Osmium in Drahtform zu verwandeln. Er bereitete aus fein gepulvertem Osmium durch Hinzufügen eines organischen Bindemittels einen Teig, aus welchem er mittels einer Presse sehr dünne Fäden herstellte. Diese wurden getrocknet und dann im luftleeren Raume erhitzt, bis der organische Stoff verkohlt war. Die Fäden, welche Osmium und Kohlenstoff in sehr fein verteiltem Zustande enthielten, wurden dann lange in zersetzenden Gasen, wie mit Dampf gesättigtem Wasserstoffe, bis zur höchsten Weiſsglut erhitzt. Hierdurch wurde der Kohlenstoff ausgeschieden, und die feinen Osmiumteilchen blieben, zu einem festen Drahte vereinigt, zurück.

Quecksilberlampe. — Peter Cooper Hewitt verwandte Quecksilberdampf für elektrische Glühlampen. Er fand als Grundbedingung für die Herstellung einer brauchbaren Quecksilberlampe, daſs im Innern der Lampe eine bestimmte Wärme und Dampfdichte vorherrschen muſs, um ein wirtschaftliches und vorteilhaftes Licht zu erzielen. Gegen die allgemeine Einführung dieser Lampen spricht ihre bläulichgrüne Lichtfarbe. Die roten Strahlen fehlen gänzlich, so daſs alle Farben verändert werden.

Die Hewitt-Lampe eignet sich in hervorragendem Maſse zur Erzeugung der ultravioletten Strahlen, welche wegen ihrer chemischen Wirkungen mannigfache Verwendung finden. Da gewöhnliches Glas die ultravioletten Strahlen nicht durchläſst, sondern sie aufsaugt, stellt das Werk W. C. Heraeus in Hanau Quecksilberlampen aus Quarzglas her. Der starke Ozongeruch verrät die Menge der ultravioletten Strahlen. Die Spektroskop-Untersuchung der Wellenlänge des ausgesandten Lichtes ergab, daſs die Strahlen Wellenlängen bis zu 220 $\mu\mu$ besitzen. Da der Bergkristall sehr teuer und zerbrechlich ist, hat Dr. Zschimmer in den Glaswerken von Schott und Co. in Jena eine besondere Glasart hergestellt, welche ultraviolettes Licht gut durchläſst. Dr. Schott konnte die Quecksilberlampe mit dem neuen Glase so verbessern, daſs sie allen Ansprüchen genügte. Da das Spektrum der neuen Glasmischung, welche die Bezeichnung «Uviol« aus ultraviolett führt, 253 $\mu\mu$ erreichte, eignet sie sich zu Heilzwecken vollkommen, weil die Strahlen von sehr kurzen Längen wegen ihrer sehr geringen Durchdringungsfähigkeit vernachlässigt werden können. Der sichtbare Teil des Spektrums erstreckt sich nur von 579 bis 405 $\mu\mu$, und eine lange Reihe chemisch wirkender Strahlen, zwei Drittel von der Länge des Spektrums, sind hier ausgeschlossen. Die Quecksilberlampen von Heraeus und Schott sind demnach auſserordentlich vorteilhafte Erfindungen für die Umformung elektrischer Arbeit in brauchbare Strahlenarbeit von kleiner Wellenlänge.

Die sogenannte fluoreszierende Lampe von Dr. Schott ist nur eine Abart der Uviollampe, in der ein noch gröſserer Teil der langwelligen Strahlen zurückgehalten wird. Während daher die Lampe selbst verhältnismäſsig trübe brennt, erzeugt sie in ihrer Umgebung in verschiedenen Stoffen eine weit ausgedehnte Fluoreszenz, so in Rhodamin, Fluoreszin oder Uranglas, so daſs diese Stoffe mehr leuchten, als die Lampe selbst. Aber auch Vaseline, Lanolin, Seife und die menschliche Haut zeigen ein eigentümliches Farbenspiel. In der Haut werden auch Veränderungen sichtbar, welche bei Tageslicht nicht wahrnehmbar sind. Die Uviollampe ist daher nicht nur ein unschätzbares Mittel zu Zwecken der Heilung und Krankheitslehre, sondern auch zur Krankheitsbestimmung. Da ultraviolettes Licht die Fähigkeit besitzt, die negativen Elektrone eines strahlenden Körpers in Freiheit zu setzen, so wird die Quecksilberlampe auch Jonisation erzeugen. Eine sehr wertvolle Eigenschaft der Hewitt-Lampe liegt ferner in ihrer von Hewitt entdeckten Fähigkeit, Wechselstrom in Gleichstrom umzuformen.

Die eigentümliche, unangenehme Lichtfarbe der Hewitt-Lampe würde am einfachsten mittels der sogenannten orthochromen Lampe durch Verbindung mit gewöhnlichen elektrischen Glühlampen oder dadurch beseitigt werden, daſs die Quecksilberwellen mittels der Fluoreszenz von Rhodamin in rote Wellen eingeschlossen werden.

Tantallampe. — Die Zerstäubung und Verschlechterung der negativen Elektrode der Quecksilberlampe veranlaſste Werner von Bolten zu Auers Gedanken zurückzukehren, und so kam er zu der Tantallampe. Beim Erwärmen nimmt Tantal als Metall, wie Osmium, an elektrischem Widerstande zu, wird weich und nach 200 bis 300 Brennstunden sehr brüchig. Bei 0,05 mm Fadendurchmesser erfordert eine Lampe von 25 Kerzen für 110 Volt einen Faden von 650 mm Länge, welcher 0,022 g wiegt, so daſs 1 kg Tantal zur Herstellung von 45000 Lampen ausreicht. Eine solche Länge in eine gebogene Form zu bringen, wie bei einer Kohlenfadenlampe, ist unmöglich. Dasselbe gilt von der mit verhältnismäſsig niedriger Spannung verwendeten Osmiumlampe. Der Draht muſs daher auf einen Rahmen aufgewickelt werden.

Siemens und Halske haben ein Verfahren entdeckt zur Herstellung von gezogenem Drahte aus schwer schmelzbaren Metallen, wie Tantal, Zirkonium, Thorium, Yttrium oder Erbium. Das zu diesem Zwecke verwendete geschmolzene Metall wird aus dem amorphen Metalle hergestellt. Um jede Möglichkeit der Bildung von Karbiden, welche schnelle Zerstörung der Lampe herbeiführen würden, zu verhüten, wird das gepulverte amorphe Metall ohne irgend welches organische Bindemittel zu Scheiben oder Wulsten gepreſst und dann bei Abschluſs der Luft oder in einem unwirksamen Gase im elektrischen Bogenlichte geschmolzen.

Zirkoniumlampe. — Nach einem Verfahren von Sander werden Glühfäden aus Zirkoniumkarbid hergestellt. Die Wasserstoff- oder Stickstoffverbindungen der seltenen Erdmetalle, insbesondere von Zirkonium, werden mittels eines organischen Bindemittels zu einem Teige verarbeitet. Die aus diesem durch Pressen hergestellten Fäden werden zur Verhütung der Oxydation zweckmäfsig in Wasserstoff bis auf ungefähr 300° erhitzt. Diese Fäden besitzen jedoch ein aufserordentlich geringes Leitungsvermögen, so dafs sie zunächst entweder einem Strome von hoher Spannung ausgesetzt oder durch irgend ein Heizmittel erhitzt werden müssen. Wird das letztere Verfahren angewendet, so genügt ein Strom von gewöhnlicher Spannung, um den Faden zum Glühen zu bringen. Ist dies geschehen, so ist der Faden dauernd leitend, da die Karbidbildung vollzogen ist. Dann wird Wasserstoff in die Vorlage geleitet und der Strom allmählich verstärkt, um den Faden abbinden zu lassen. Wenn der Strom stark wird, ändert der Faden sein Gefüge, wird hart, bekommt ein metallisches Aussehen und ähnelt in seinen elektrischen Eigenschaften einem Metalle. Die Glühlampen erforderten 2 Watt für die Kerze und eigneten sich für Ströme von niedriger Spannung.

Durch Hinzufügen anderer geeigneter, schwer schmelzbarer Metalle, wie Ruthenium oder Wolfram, entstanden die ersten Glühfäden, deren Schmelzpunkt sehr hoch lag und welche ohne Beeinträchtigung ihrer Härte strengen Prüfungen unterzogen werden konnten. Die Lampen brannten 60 Stunden bei 0,3 Watt für die Kerze, über 120 Stunden bei 0,6 Watt und über 1000 Stunden bei 1 Watt. In letzterm Falle haben sie in den ersten 500 Stunden eine fast unveränderliche Leuchtkraft. Die Länge des Fadens beträgt ungefähr 5 mm bei 0,6 mm Stärke für 1 Volt, so dafs eine Anzahl nebeneinander geschalteter Fäden nötig ist, um Glühlampen für 110 bis 220 Volt herzustellen.

Iridiumlampe. — Ein Verfahren von Gülcher ermöglicht die Verwendung von Iridium für Glühlampen. Die Iridiumlampe ist wie die Osmiumlampe nur für niedrige Spannungen geeignet, und kann nicht als Mitbewerber der Kohlenfadenlampen betrachtet werden, da der in der Natur vorhandene Vorrat von Iridium wie der von Osmium sehr beschränkt ist.

Wolfram- und Molybdänlampe. — Wegen ihres hohen Schmelzpunktes und ihrer nicht flüchtigen Beschaffenheit sind Wolfram und Molybdän für Glühlampen besonders geeignet. Nach dem Verfahren von Dr. Alexander Just und Franz Hanaman wird ein Kohlenfaden in Wolframoxychlorid und sehr wenig Wasserstoff durch den elektrischen Strom stark erhitzt. Hierdurch wird er vollständig in einen Faden von reinem Wolfram verwandelt. Die Molybdänfäden werden auf ähnliche Weise erzeugt.

Nach dem Verfahren des Chemikers H. Kuzel in Wien werden die schwer schmelzbaren Metalle Chrom, Mangan, Molybdän, Uran, Wolfram, Vanad, Tantal, Niobium, Titan, Thorium, Zirkonium, Platin, Osmium und Iridium in ihrem Kolloidalzustande zur Herstellung von Glühfäden verwendet, und zwar ein einzelnes oder ein Gemisch aus mehreren. Die kolloidalen Metalle, welche in mehr oder weniger flüssigem Zustande erhalten werden, werden durch Verdampfen des Lösungsmittels oder durch Eintrocknen und Sättigen mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit in einen Teig verwandelt. Da der aus dem Teige geprefste Faden in dieser Form den Strom nicht leitet, wird er zunächst erhitzt und dann einem Hochspannungstrome ausgesetzt. Durch Erhitzen bis zur Weifsglut geht das kolloidale Metall in die kristallinische Form über. Der Durchmesser des Fadens und der Widerstand für die Querschnittseinheit werden hierdurch wesentlich verändert. Nach dem Erhitzen bis zur Weifsglut sind die Fäden gebrauchsfähig.

Die aus einem Gemische von mehreren Metallen hergestellten Fäden besitzen trotz des niedrigern Schmelzpunktes grofse Leistungsfähigkeit, welche vermutlich der Tatsache zuzuschreiben ist, dafs Gemische eigentümliche physikalische Eigenschaften besitzen, welche von denjenigen der Einzelmetalle wesentlich abweichen.

Graphitfadenlampe. — Um die Ungleichförmigkeiten eines verkohlten Cellulosefadens auszugleichen, wird er, nachdem er in einem geeigneten Ofen bis zu starker Weifsglut erhitzt ist, in einem Kohlenwasserstoffdampfe, wie Ligroindampf, zur Weifsglut gebracht, wobei sich Kohlenstoff auf den dünneren und daher stärker glühenden Stellen niederschlägt. Werden jedoch die so zubereiteten Fäden wieder in einem geeigneten Ofen bis auf 3000 bis 3700° erhitzt, so ergeben sich sehr eigentümliche, von Howell entdeckte Veränderungen. Die Fäden sahen nach dieser Behandlung aus, als wenn sie durch die Wärme geschmolzen wären, und der Widerstand der Querschnittseinheit hatte bedeutend abgenommen. Die Widerstandsabnahme betrug im Vergleiche mit gewöhnlichen Fäden bei Zimmerwärme bis ungefähr 80 %.

Auch das Gefälle des Widerstandes der Querschnittseinheit wurde durch die Wärme in einer eigentümlichen Weise verändert, indem die negative Wärmezahl in eine positive überging, so dafs durch das Verfahren von Howell Fäden von metallischen Eigenschaften entstehen. In chemischer Hinsicht ähneln sie dem Graphit, und deshalb werden die Lampen Graphitfadenlampen genannt. Der Stromverbrauch betrug nur 2,5 Watt für die Kerze. B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Kreisel-Schneeschleuder der Denver-Nordwest-Pacific-Bahn.

(Railroad Gazette 1907, Januar, Band XLII, S. 114. Mit Abb.)

Die Denver-Nordwest-Pacific-Bahn durchkreuzt das Festland westlich von Denver in 3536 m Meereshöhe, wo gewöhnlich das ganze Jahr hindurch Schnee liegt. Zur Offenhaltung der Gleise während der Wintermonate werden daher sehr starke Schneeschleudern*) verwendet, die der Moffat-Bahn sind die gröfsten bis jetzt gebauten.

Die Schneeschleuder bohrt sich durch die zu einer harten

*) Organ 1895, S. 128; 1896, S. 275.

Eismasse gepackten Schneewehen mit voller Sicherheit für die Besatzung und mit gleichförmigem Erfolge. Zum Schieben genügen eine oder zwei schwere Lokomotiven, statt sechs oder sieben bei gleicher Arbeit für den Keilpflug. Die Schleuder der Moffat-Bahn stellt einen Einschnitt von 4,07 m Breite her. Das Rad besteht aus 10 kegelförmigen Schaufeln mit Messern, welche sich selbsttätig in die Schneidestellung einstellen. Das Rad ist in eine Trommel eingeschlossen, welche mit einer umdrehbaren Haube versehen ist Die letztere kann mittels eines Luftzylinders nach beiden Seiten hin gedreht werden, um sie der Richtung, in welcher sich das Rad dreht, anzupassen. Der Kessel hat die Form der Lokomotivkessel mit Belpaire-Feuerkiste. Die Maschine besteht aus zwei wagerechten Zylindern mit Gleitschiebern, welche durch eine Walschaert-Steuerung angetrieben werden. Der Pflug ruht auf einem aus I-Trägern bestehenden Rahmen und ist auf zwei zweiachsige Rahmen-Drehgestelle gesetzt. Um eine Entgleisung des Pfluges zu verhüten, hat das Vordergestell Eisschneider und Schienenräumer. Die Eisschneider sind an einem Rahmen befestigt, welcher am Vorderende des vordern Drehgestelles hängt und beim Durchfahren von Kreuzungen oder Weichen mittels eines Luftzylinders gehoben und gesenkt werden kann. Die Schienenräumer sind hinten am Drehgestelle aufgehängt und mit der Achse verbunden; sie werden ebenfalls durch einen Luftzylinder betätigt.

B—s.

Aufsergewöhnliche Eisenbahnen.

Entwürfe für die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Berliner Stadtbahn.

Im Vereine Deutscher Maschinen-Ingenieure berichtete Professor Dr.-Ing. Reichel über das Preisausschreiben des Vereines betreffend Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Berliner Stadt- und Ring-Bahn vom 1. März 1906.*) Aus den Bestimmungen des Ausschreibens wird zunächst Folgendes hervorgehoben.

Von den verschiedenen Möglichkeiten, die Leistungsfähigkeit der Berliner Stadt- und Ring-Bahn und der anschliefsenden Vorortstrecken zu erhöhen, soll der Fall genau untersucht werden, dafs die Züge aus zweistöckigen Wagen bestehen, zu denen der Zugang von übereinander angelegten Bahnsteigen stattfindet. Es ist dabei elektrische Zugförderung unter Verwendung einfachen Wechselstromes, wie bei dem Versuchsbetriebe auf der Strecke Niederschöneweide-Spindlersfeld vorauszusetzen. Die Streckenausrüstung hierfür ist nicht Gegenstand der Untersuchung, wohl aber die Ausrüstung der Wagen einschliefslich der Stromabnehmer.

Die Bahn mufs nach wie vor von gewöhnlichen Fahrzeugen befahren werden können. Der obere Bahnsteig ist daher in solcher Höhe anzubringen, dafs sich die Türen des gewöhnlichen Abteilwagens unter ihnen öffnen lassen.

Die Einrichtungen sind so zu treffen, dafs jede Gefährdung der Reisenden beim Ein- und Aussteigen ausgeschlossen ist, also mufs dafür gesorgt sein, dafs die oberen Wagentüren während der Fahrt verriegelt sind und nur geöffnet werden können, wenn der Zug am Bahnsteige zum Halten gekommen ist, ohne ihn überfahren zu haben. Auch darf die Abfahrt des Zuges nicht eher möglich sein, bis die oberen Türen verriegelt sind. Hierbei ist zu beachten, dafs die Bahnsteige sowohl links wie rechts vom Zuge liegen.

Es sind solche Einrichtungen und Vorkehrungen zu treffen, dafs der Zugang der Reisenden zu den unteren und oberen Bahnsteigen von vornherein nach der Zweckbestimmung der Plätze im Wagen geregelt und Gegenstrom im Verkehre möglichst verhindert wird.

*) Ausführlich in Glasers Annalen.

An den oberen Bahnsteigen sind solche Einrichtungen und Vorkehrungen zu treffen, dafs die Reisenden vor dem Herabstürzen selbst bei starkem Gedränge gesichert sind, dafs beim Ein- und Aussteigen ein Zwischentreten zwischen Wagen und Bahnsteigkante möglichst gefahrlos ist, und dafs sich an jeder Tür das Aus- und Einsteigen der Reisenden ohne gegenseitige Störung vollzieht. Dabei ist auf äufserste Abkürzung der Abfertigungsfrist Bedacht zu nehmen.

Die vom Eisenbahn-Bauinspektor van Heis in Cassel in Verbindung mit der Wagenbauanstalt Gebrüder Credé und Co. in Nieder-Zwehren bei Cassel eingereichte Arbeit erhielt den ausgesetzten Preis von 6000 M.

Elektrische Bahnen in Amerika.

(Schweizerische Bauzeitung 1907, Februar, Band IL, S. 91.)

Professor Dr. Wyssling berichtete in einer Sitzung des Züricher Ingenieur- und Architekten-Vereines über das Ergebnis einer Studienreise in Amerika.

Den amerikanischen Verhältnissen entsprechend kommen für Aufsenbahnen weite Strecken in Betracht, während für die städtischen Bahnen der grofse räumliche Umfang und der aufserordentlich starke Verkehr in den Vordergrund treten. Die Strafsenbahnwagen folgen deshalb sehr schnell auf einander, ihr Fassungsvermögen beträgt das zwei- bis dreifache der unsrigen, sodafs zu Zeiten des gröfsten Verkehres solche Wagen mit 100 und mehr Personen besetzt sind, zumal Vorschriften gegen Überfüllung nicht bestehen. Diese Wagen haben meist zwei Drehgestelle und nur einen Führerstand, da sie gewöhnlich am Ende der Linie eine Schleife durchlaufen. Die städtischen Bahnen befördern auch Post, Exprefsgut, ferner Strafsenbaustoffe, Schienen, Kies, Kohlen für die Kraftstationen und dergleichen. Die Aufsenbahnen nehmen den Verkehr über Land unmittelbar aus den Städten auf; die Züge halten an beliebiger Stelle, um Reisende aufzunehmen und dann aufserhalb der Stadt mit meist bis 96 km/St. höchster und 40 bis 50 km/St. Reise-Geschwindigkeit zu den nächsten Städten zu fahren, wo sie wieder in den Strafsen überall

Reisende abgeben und aufnehmen. Nach amerikanischem Begriffe ist dies ein Ortsverkehr, der sich aber mit demselben Zuge über 100 km und mehr erstreckt. Die meisten dieser Bahnen sind eingleisig mit Ausweichstellen in Abständen von 3 bis 4 km. Die Züge führen verhältnismäfsig schwere, im Äufsern wie im Innern den auf Hauptbahnen verkehrenden ähnliche Wagen, ja sogar Speisewagen. Die Wagen wiegen leer 30 bis 35 t, voll besetzt etwa 35 bis 42 t; sie sind gewöhnlich mit 4 Triebmaschinen von zusammen 250 bis 300 PS. Regelleistung ausgestattet, bei regelmäfsig beanspruchter Höchstleistung bis 480 PS., sodafs bei einigen dieser Bahnen mittels einer einzigen Rolle regelmäfsig 800 Amp. vom Fahrdrahte abgenommen werden. Die Stromzuführung ist dabei die übliche unserer Strafsenbahnen mittels oberirdischen Fahrdrahtes in einfacher Aufhängung und Absonderung an Holzstützen, die zudem auch die Hochspannungs- und die Dienstfernsprech-Leitung tragen. Der Fahrdraht wird stets elastisch aufgehängt. Die Umformerstationen sind in je 16 km Entfernung angelegt; sie haben stets Einankerumformer, die nach allen bekannten Verfahren angelassen werden. Bei den Kraftwerken fallen besonders die selbsttätigen Vorrichtungen für die Kohlenbeförderung auf, die die Kohlen vom Wagen bis zur Feuerung leiten, wodurch an Bedienungsmannschaft gespart wird. Die Wagen sind elektrisch beleuchtet, die Heizung ist meist Warmwasserheizung mit Kohlenofen. Fast überall wird die Westinghouse-Bremse verwendet, für die die Prefsluft im Wagen selbst durch eine selbsttätig angetriebene Prefspumpe erzeugt wird. Es gibt auch Linien, auf denen die Prefsluft nur an Stationen ergänzt wird; hier werden gegebenen Falles fahrbare grofse Prefspumpen auf eigenen Wagen zur Aufladung der Wagen bereit gehalten.

Manche dieser Aufsenbahnen führen gröfsere Züge bis 110 t Zuggewicht, unter Anwendung des Vielfachsteuerverfahrens*), bei dem von einem einzigen Führerstande aus eine beliebige Anzahl von Kraftwagen gesteuert wird, und zwar entweder auf rein elektrischem Wege und mit einem Steuerstrome von nur 1,5 bis 2 Amp. und 500 Volt Arbeitsspannung oder aber unter Anwendung der elektrisch betriebenen Prefsluftsteuerung von Westinghouse, bei der der meist einem Speicher von 14 Volt entnommene Steuerstrom die Bewegung von Prefsluftventilen und dadurch mittelbar die Betätigung der Stromschliefser des Arbeitsstromes für die Triebmaschinen bewirkt. Um von den Eigenschaften des Führers unabhängig zu sein, schliefsen die Stromschliefser bei manchen Ausführungen unabhängig von der Steuerkurbeldrehung allmälig unter Einhaltung bestimmten Stromes.

Die schwereren Bahnen, unter ihnen zum Teil auch Aufsenbahnen, haben Stromzuleitung mittels einer dritten Schiene nötig gemacht. Gegenüber der durch Eisbildung und Schnee bewirkten Erschwerung des Stromschlusses, sowie auch zur Erhöhung der Sicherheit gegen Unglücksfälle hat man in neuerer Zeit die Anordnung der dritten Schiene durch sehr zweckentsprechende Abdeckungen, Verschalungen und namentlich durch Bestreichung von unten ganz wesentlich verbessert.**) Auf Aufsenlinien mit dritter Schiene sind Zuggewichte von 240 t gebräuchlich. Zur Zeit gröfsten Andranges kommen Zuggewichte bis 400 t vor, und zwar bei Geschwindigkeiten bis zu 100 km/St. Die Reise-Geschwindigkeit beträgt dabei bei Schnellzügen bis 57 km, wobei vier Antriebe von je 125 PS. arbeiten, zusammen also 500 PS. Diese schweren Züge erfahren dabei Beschleunigungen von 0,6 und 0,8, leichtere bis 0,9 m/Sek.^{2}.

*) Organ 1904, S. 119.

**) Organ 1906, S. 238.

Die eigentlichen Stadtbahnen liefern die bedeutendsten Beispiele der Bahnen mit dritter Schiene und zugleich des Vielfachsteuer-Verfahrens. Diese Bahnen sind teils Hoch-, teils Untergrund-Bahnen, die gröfste Anlage dieser Art ist die Neuyorker Untergrundbahn, die zwar nur über rund 120 km Gleise, aber über einen aufserordentlich grofsen Personenwagen-Bestand verfügt. Die Wagen sind mit zwei Antrieben von je 200 PS. ausgerüstet. Regelmäfsig wird eine Beschleunigung von 0,6 m/Sek.^{2} angewandt, dabei kommen bei Exprefszügen Zuggewichte bis 350 t vor. Für diese Beschleunigung und Zuggewichte würden zwei schwere Dampflokomotiven erforderlich sein, durch den Kraftwagenbetrieb wird 36 % an Arbeit gespart. Das Kraftwerk der Untergrundbahn in Neuyork ist für die Erzeugung von rund 100000 PS. eingerichtet.

Amerikanische Fern-Vollbahnen haben streckenweise für rauchlosen Betrieb in Tunneln, im Gebiete der Städte und für Vorortstrecken den elektrischen Betrieb mit Lokomotiven zur Beförderung ihrer Regel-Dampfzüge zum Teil schon seit Jahren eingeführt, zunächst mit Gleichstrom von 500 bis 800 Volt. So stehen auf der Buffalo-Lockport-Linie an gewöhnlicher Oberleitung zwei Güterzuglokomotiven von 40 t seit neun Jahren in anstandslosem Betriebe, jede hat schon über 500000 km zurückgelegt.

Der Tunnelbetrieb in Baltimore*) wird seit zwölf Jahren von denselben drei vierachsigen, 96 t schweren Lokomotiven von je 1400 PS. besorgt; jede dieser Lokomotiven hat bereits rund 600000 km geleistet. Seit vier Jahren sind zwei achtachsige, 160 t schwere Doppel-Lokomotiven von je 1600 PS. hinzugekommen, die durch Anwendung des Vielfachsteuer-Verfahrens und auch sonst wesentliche Verbesserungen erfahren haben. Auf der Neuyork-Zentralbahn ziehen Lokomotiven mit vier Triebachsen und 100 t Reibungsgewicht 400 bis 500 t schwere Züge mit einer Geschwindigkeit von 100 bis 105 km/St.; die höchste Beschleunigung ist 0,27 m/Sek.^{2}, für Züge von 250 t 0,42 m/Sek.^{2}.

Hochspannungs-Wechselstrombetriebe, und zwar ausschliefslich für Einphasen-Wechselstrom von 25 Wellen, kommen in neuerer Zeit ebenfalls zur Anwendung, und zwar mit Antrieben für 250 bis 350 Volt Spannung. Es kommen Aufsenbahnen mit Einphasenbetrieb an Oberleitung für 2200 und 3300 Volt, meist mit Vielfachaufhängung vor. Einige sind so angeordnet, dafs mit denselben Wagen und Antrieben innerhalb der Städte mit 500 Volt Gleichstrom gefahren werden kann. So hat die Linie Indianopolis-Cincinnati bis jetzt etwa 65 km im Betriebe und 200 km zweigleisiger Strecke im Baue, mit Triebwagenbetrieb mit Vielfachsteuerung und Geschwindigkeiten bis 90,

*) Organ 1896, S. 25.

später bis rund 100 km/St. Eine Einphasen-Lokomotive von 1500 PS. für 6600 Volt Fahrdrahtspannung hat sich gut bewährt, weitere Lokomotiven für 11000 Volt Fahrdrahtspannung sind im Baue.

Für das Durchfahren weiter Entfernungen unter grofsen Leistungen scheinen auch die amerikanischen Techniker in der Oberleitung mit hochgespanntem Einphasenstrome die Bauart der Zukunft zu erblicken. —k.

Technische Litteratur.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. V. Teil. Der Eisenbahnbau, ausgenommen Vorarbeiten, Unterbau und Tunnelbau. 8. Band. Lokomotiv-Steilbahnen und -Seilbahnen. Bearbeitet von R. Abt und S. Abt. Herausgegeben von F. Loewe, Professor an der technischen Hochschule in München, und Dr. H. Zimmermann, Wirklichem Geheimem Oberbaurate und vortragendem Rate im Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin. Zweite vermehrte Auflage mit 410 Abb. im Texte, 2 Tabellen und vollständigem Sachverzeichnisse. Leipzig, W. Engelmann, 1907, Preis 10,0 M.

Die Güte der Bearbeitung des behandelten Gegenstandes und seine Wichtigkeit beweist sich durch das Erscheinen der 2. Auflage dieses Bandes*), die sich erforderlich gezeigt hat, obwohl ein wesentlicher Teil des Buches, die Zahnbahnen, neuerdings von C. Dolezalek eine eingehende Würdigung erfahren haben**).

Die vorliegende Bearbeitung behandelt nach der im allgemeinen festgehaltenen frühern Einteilung die Lokomotiv-Steilbahnen und die Seilbahnen in zwei getrennten Abschnitten. Der erstere hat sowohl im Texte als in den Abbildungen nur eine geringe Erweiterung erfahren.

Das Verzeichnis der ausgeführten Zahnbahnen ist bis in die neueste Zeit fortgeführt, wobei allerdings die zur Zeit noch im Baue begriffene Linie von Boppard nach Castellaun schon als fertiggestellt erscheint. Nach den Zusammenstellungen auf Seite 21 bis 23 haben die Bauarten Abt und Strub in ihrer Anwendung am meisten zugenommen. Einige neuere Anordnungen von Zahnrad-Lokomotiven sind besprochen.

Zu bedauern ist, dafs auf die Frage der »gemischten« Bahnen nicht näher eingegangen ist, auch in der Literaturangabe fehlen die hierauf bezüglichen neueren Mitteilungen.

Der 2. Abschnitt über die Seilbahnen ist um 85 Seiten und 127 Abbildungen vermehrt worden. Die erweiterte Einleitung gibt neu eine ausführliche Zusammenstellung der seit 1870 ausgeführten Drahtseilbahnen mit Angabe der Steigungen, Längen und Höhen.

Bei der Besprechung der Seilbahnen älterer Bauart für Güterbeförderung in Bergwerken einschliefslich der Bremsberge sind namentlich die Einrichtungen der auf diesem Gebiete bekannten Firma Georg Heckel in Saarbrücken, sowie neuere Kuppelungsvorrichtungen zwischen Seil und Wagen auch anderer Werke berücksichtigt.

Neu hinzugekommen ist der § 5 mit Berechnungsweisen der Seilförderanlagen. Erweitert sind die Beispiele für die Personen-Seilbahnen und die Reibungsbahnen mit Seilbetrieb.

Auch bei der Behandlung der Seilbahnen neuerer Bauart sind neuere Klemmvorrichtungen der schwebenden Seilbahnen und die Bogenstationen besprochen. Ganz neu sind die Abschnitte über die Meerseilbahnen zur Bekohlung von Schiffen auf offener See von Kohlenschiffen aus, ferner die feststehenden oder fahrbaren Drahtseil-Verladebahnen, die Beschickungsbahnen für Hochöfen, die Hängebahnen und der Feldmann'sche Bergaufzug, die Bergschwebebahnen nach Art der Loschwitzer, sowie die Seilbahnen zum Ordnen von Eisenbahnwagen auf Bahnhöfen*).

Neben der alten ist jetzt auch die neue Vesuvbahn mit ihrer Seilführung beschrieben. Der Besprechung der Vergnügungs-Seilbahnen ist die Ableitung des theoretischen Längenschnittes für Wassergewichtsbetrieb beigefügt.

Bei der Erwähnung der Mendelbahn vermissen wir die Quellenangabe für die bemerkenswerte Klappbrücke für Wegübergänge**). Eine Beseitigung des Mangels der Angabe des Mafsstabes bei vielen Abbildungen wäre erwünscht.

Eine dankenswerte Erweiterung sehen wir in der Wiedergabe der Verordnung des schweizerischen Bundesrates über die Kabel der Seilbahnen, sowie in der Beifügung zweier Tafeln über die Hauptverhältnisse und Betriebsergebnisse der Schweizer Drahtseilbahnen.

Das Verzeichnis der Fachschriften ist bis in die neueste Zeit fortgeführt.

Wenn man die Arbeit, die bei der Neuauflage des Werkes geleistet ist, abwägt, so wird man zustimmen müssen, wenn wir sie im ganzen als eine wesentliche Vervollkommnung und zeitgemäfse Umgestaltung der Darstellung dieser wichtigen Gebiete des Eisenbahnwesens im engern und weitern Sinne bezeichnen. W—e.

Neueste Erdbeben-Nachrichten. Herausgegeben von A. Belar. Bodenbewegungen und die Stabilität der Bauten. Laibach, 1906/7, v. Kleinmayr & F. Bamberg.

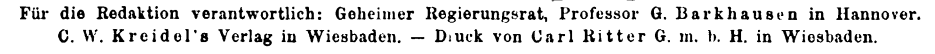
Nachdem uns die letzte an ungewöhnlichen Bodenerschütterungen so reiche Zeit gelehrt hat, wie wichtig die Berücksichtigung von Bodenschwankungen bei der Festsetzung der Entwürfe besonders für schwer belastete und hohe Bauten ist, erscheint diese Veröffentlichung, die einen umfassenden Einblick in das Mafs der Störungen darbietet, besonders wichtig und willkommen.

*) Organ 1902, S. 25 u. 230.

**) Organ 1905, S. 242.

*) Die Bezeichnung „Verschiebe"-Seilbahnen erscheint uns nicht ganz am Platze.

**) Vergl. Elektrische Bahnen und Betriebe 1906, S. 574.


Für die Redaktion verantwortlich: Geheimer Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 11. Heft. 1907.

Die neuen Lokomotiven der englischen Westbahn.

Von **Charles S. Lake,** mitarbeitendem Mitgliede der Institution of Mechanical Engineers, London.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XLV.

I. Allgemeines.

Die Stellung, welche die englische Westbahn unter den Eisenbahnen Grofsbritanniens einnimmt, ist in jeder Hinsicht eine hervorragende. Sie ist die gröfste Eisenbahn im Königreiche und ist insbesondere ausgezeichnet durch den Unternehmungsgeist, welcher die Leitung ihrer Geschäfte kennzeichnet. Ursprünglich von Brunel mit einer Spurweite von 2,134 m gebaut, wurde sie im Jahre 1892 wegen der grofsen Schwierigkeit, welche sich bei der Durchführung des Verkehres anderer Linien durch Umladen herausgestellt hatte, völlig auf die Regelspur von 1,435 m umgebaut. Vor dem völligen Umbaue von 1892 wurde der gröfsere Teil der Bahn aushülfsweise durch Einfügen einer dritten Schiene zwischen die Schienen des Gleises von 2,134 m Spurweite für Fahrzeuge beider Spuren eingerichtet, aber dies war im besten Falle eine unbequeme Betriebsweise, und die Leitung beschlofs zuletzt, die breite Spur ganz zu Gunsten der Regelspur aller anderen englischen Bahnen zu verlassen, zumal die Doppelspur zu aufserordentlich verwickelten Oberbauanordnungen und Gleisverbindungen führte.

Die ganze Streckenlänge der englischen Westbahn beträgt 4584 km, und am Ende des Jahres 1906 besafs die Gesellschaft 2419 Lokomotiven, 1265 Tender, 288 Wagen erster, 217 zweiter, 2908 dritter Klasse, 1454 Wagen mit mehreren Klassen und Saalwagen, 68506 gemischte Triebwagen und Güterwagen aller Arten.

Die Bahn stellt eine unmittelbare Verbindung her zwischen London und wichtigen Punkten, wie Birmingham und Wolverhampton, Liverpool, Bristol, Exeter, Plymouth, dem Westen von Cornwall und Süd-Wales.

Auch wird ein vereinigter Eisenbahn- und Dampfer-Verkehr unterhalten zwischen allen Teilen des Bahnnetzes und den Kanalinseln und Irland.

Die Lokomotiv- und Wagen-Bauanstalt der Gesellschaft befindet sich in Swindon in Wiltshire, ungefähr 124 km von London. Unter der Leitung des Maschinenoberingenieurs G. Jackson-Churchward, Mitgliedes der Institution of Civil Engineers, werden hier 14000 Arbeiter beschäftigt.

Die englische Westbahn bedarf wegen der eigenartigen Betriebsverhältnisse der Linie einer grofsen Auswahl von Lokomotivbauarten, um den verschiedenen Verkehrsmöglichkeiten zu genügen. Die Bahn von London nach Bristol hat keine starken Steigungen und scharfen Bogen, bietet daher ein fast vollkommenes Gleis für Fahrten mit den höchsten Geschwindigkeiten, selbst mit schweren Zuglasten. Abgesehen hiervon hat jedoch die Linie meist einen sehr schweren Betrieb, und die an die Lokomotiven gestellte Forderung ist eher die Entfaltung grofser Zugkraft, als die Erzielung der gröfsten Geschwindigkeiten. Andere Linien der Gesellschaft weisen jedoch auch ungünstigere Verhältnisse auf, so die Linie von Penzance Steigungen bis 17,2 ‰ und die Zweiglinie nach Bodmin solche von 25 ‰.

Die für den Hauptschnellzugdienst bestimmten Lokomotiven umfassen sechs verschiedene Bauarten; von diesen haben fünf zwei, die sechste drei gekuppelte Achsen. Unter den Lokomotivarten mit zwei gekuppelten Achsen befinden sich zwei vierzylindrige. Bei der einen arbeiten die Zylinder mit einfacher Dampfdehnung, bei der andern wird Verbundwirkung nach der Bauart de Glehn angewendet. Die Geschwindigkeiten und Gewichte der Hauptschnellzüge der englischen Westbahn sind in Zusammenstellung I aufgeführt.

Der Vorort- und Ort-Verkehr wird hauptsächlich durch Tenderlokomotiven verschiedener Bauarten und Abmessungen unterhalten, während der schwerste Güterzugdienst mittels grofser und starker Lokomotiven mit drei und vier gekuppelten Achsen besorgt wird.

In der Einrichtung der Einzelteile können die Lokomotiven vielfach als eine Verbindung amerikanischer mit englischen Bauformen betrachtet werden.

Alle in der Bauanstalt Swindon gebauten Lokomotiven haben hinten überhöhte Kessel nach »Extended-wagon-top«-Bauart. Durch diese wird die gröfste Querschnittsfläche und

Zusammenstellung I.

Geschwindigkeiten und Gewichte der Schnellzüge von und nach Paddington. Dezember 1906.

Von	Nach	Entfernung km	Fahrzeit Minuten	Geschwindigkeit km/St.	Anzahl der Wagen	Zuggewicht**) t	
10 30	„Schnellzug mit beschränkter Platzzahl“ Paddington—Penzance.						
Paddington	Exeter, Hauptbahnhof	279,3	180	93			
Exeter, Hauptbahnhof	North Road	83,7	67	75	8	271,4	
					1 . . .	. . . .	abgehängt in Westbury
					1 . . .	. . . .	„ „ Taunton
					1 . . .	. . . .	„ „ Exeter
8 45	„Schiffszug“ Paddington—Fishguard.						
Paddington	Reading	57,6	41	85			
Reading	Cardiff	183,7	121	91	5	142,3	
11 25	Paddington—Birkenhead.						
Paddington	Birmingham	208,0	140	89	7*) . .	. . . .	vierachsige Wagen
					1 . . .	. . . .	abgehängt in Leamington
4 45	Paddington—Wolverhampton.						
Paddington	Worcester	193,7	130	90	6*) . .	. . . .	vierachsige Wagen
10 00	„Schnellzug mit beschränkter Platzzahl“ Penzance—Paddington.						
North Road	Exeter	83,7	67	75			
Exeter	Paddington	279,3	180	93	5	171,8	nach Exeter
					6	205,2	von „
3 30	„Schiffszug“ Fishguard—Paddington.						
Cardiff	Reading	183,7	121	91			
Reading	Paddington	57,6	41	85	5	145,3	
11 55	Birkenhead—Paddington.						
Birmingham	Leamington	37,35	27	83			
Leamington	Paddington	170,65	112	91	5*) . .	. . . .	vierachsige Wagen
7 48	Wolverhampton—Paddington.						
Worcester	Oxford	91,8	66	83			
Oxford	Paddington	101,9	67	92	5*) . .	. . . .	vierachsige Wagen

*) Anzahl wechselt, zuweilen grofs, zu andern Zeiten gewöhnliche Anzahl.

**) Die angegebenen Lasten gelten für die regelrechten Verhältnisse im Winter, während des Geschäftsteiles des Sommers und an Feiertagen sind sie viel gröfser.

daher ein vergröfserter Dampfraum nächst der Feuerkiste erzielt, wo die heifsen Verbrennungsgase am besten ausgenutzt werden können. Da das weite Hinterende des kegelförmigen hintern Kesselschusses mit der Feuerkisten-Rohrwand zusammenfällt, so entsteht hier ein vergröfserter Wasserraum zu beiden Seiten der Heizrohre. Alle Kessel haben Feuerkisten der Belpaire-Bauart mit ebener Decke, ebenem äufserm Mantel und unmittelbar wirkenden, senkrechten Deckenstehbolzen.

Mit Ausnahme einer de Glehn-Verbundlokomotive, welche mit den anderen von derselben Bauart in Frankreich gebaut wurde, haben keine Lokomotiven Dampfdome auf dem Kessel.

Dies erklärt sich zum Teil aus der Schwierigkeit, welche sich bei der Anbringung solcher Anhängsel auf der geneigten obern Fläche des kegelförmigen Kessels herausgestellt hat; aber da der Erbauer auch Lokomotiven mit der gewöhnlichen zylindrischen Langkesselform gebaut hat, bei der der Dampfdom ebenfalls fehlte, so kann daraus geschlossen werden, dafs er eine Art des Dampfsammelns bevorzugt, welche die Anbringung eines Domes nicht erfordert.

Vor einigen Jahren machte der Erbauer, der Maschinenoberingenieur Churchward, Versuche mit zwei Lokomotiven, von denen die eine einen Dom hatte und die andere den Dampf durch ein Rohr aus dem obern Teile des ebenen Feuerkistenmantels nahm. Bei der domlosen Lokomotive wurde das Mitreifsen von Wasser in geringerm Mafse beobachtet, als bei der mit Dom, und dies führte zweifellos zu der Wahl der jetzigen Ausführung, bei der der Dampf durch ein gegabeltes Rohr von beiden Seiten des Feuerkistenmantels nahe seinem vordern Ende genommen wird. Dies Rohr hat aufgebogene Mündungen, durch welche der Dampf eintritt. Er geht dann durch das Rohr den ganzen Langkessel entlang nach der Rauchkammer, wo sich an der Vereinigungstelle der nach den Zylindern führenden Rohre der Reglerschieber befindet. Die Ventilkammer der Dampfstrahlpumpen ist unter dem Langkessel

nahe dem vordern Ende angeordnet. Durch Anwendung einer innern Düse ist der Speisewasserbehälter nach der Feuerkiste und dem heifsesten Teile der Rohre hingeführt, sodafs der Dampf schneller erzeugt, und der Bedarf unter allen Betriebsverhältnissen mit gröfserer Sicherheit erhalten werden kann.

Die Kessel haben vergröfserte Rauchkammern, welche auf Stahlgufs-Sätteln ruhen, die in der Mitte gestofsen und durch eine Reihe Schraubenbolzen gesichert sind.

Der Kessel und die äufsere Feuerkiste sind bei allen Lokomotiven aus Platten von weichem Flufseisen hergestellt, die innere Feuerkiste besteht aus Kupfer. Die über der Wasserlinie befindlichen Stehbolzen bestehen aus Phosphorbronze, die übrigen aus Kupfer. Die Rohre bestehen aus Messing oder Eisen.

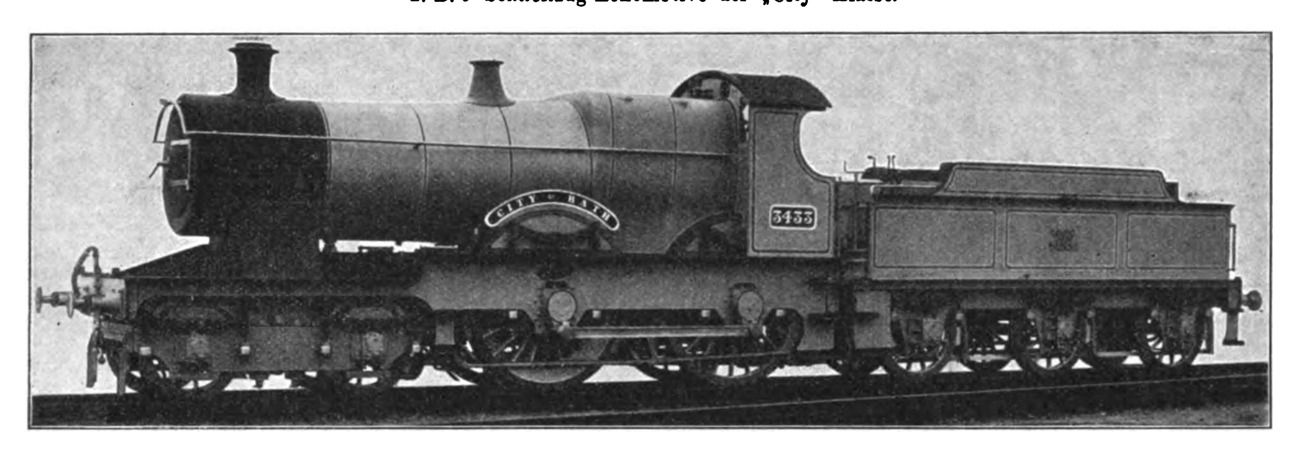
Der einzige wesentliche Unterschied zwischen den Kesseln der neuen Lokomotiven der englischen Westbahn besteht in ihrer durch den Achsstand der Lokomotive bestimmten Länge.

II. Beschreibung der einzelnen Lokomotivarten.

Nr. 1) Textabb. 1 und Abb. 1, Taf. XLV zeigen eine 2. B. 0-Schnellzuglokomotive der »City«-Klasse, so bezeichnet, weil jede der nach dieser besondern Bauart gebauten Lokomotiven den Namen einer der vielen von der englischen West-

Abb. 1.

2. B. 0-Schnellzug-Lokomotive der „City“-Klasse.



bahn berührten wichtigen Städte trägt. Die Zylinder sind zwischen den Rahmen unterhalb der Rauchkammer angeordnet und mit 1 : 10 nach der gekröpften vordern Kuppelachse geneigt. Die Dampfverteilung für die Zylinder wird mittels Stephensonscher Schwingensteuerung bewirkt, welche flache, D-förmige, an der Unterseite der Zylinder angebrachte Schieber treibt. Bei dieser Anordnung fallen, wenn der Dampf von den Zylindern abgeschlossen wird, die Schieber von den Eintrittsflächen ab, wodurch die Reibung zwischen beiden vermindert wird. Wenn diese Anordnung überhaupt einen Vorteil bietet, so ist er doch nicht wichtig genug, um sie zu einer im englischen Lokomotivbaue beliebten Mafsregel zu machen. Die Lokomotive wird durch eine Dampfumsteuerung umgesteuert, in der die Dampf- und Öl-Ventile so verbunden sind, dafs wenn der Dampf an einem Ende in den Zylinder eingelassen wird, auch eine Verbindung zwischen den beiden Enden des Ölzylinders hergestellt wird. Wird das Dampfventil geschlossen, so wird die Steuerung sogleich durch den Ölzylinder festgehalten, bis das Ventil wieder geöffnet wird. Im Führerhause befindet sich ein Anzeiger, welcher die Stellung der Umsteuerung in jedem Augenblicke angibt.

Die Lokomotive hat durchweg doppelte Rahmen. Die Triebachse hat in jedem Rahmen ein Lager, die anderen Achsen haben Lager nur in den äufseren Rahmen. Der doppelte Rahmen erfordert besondere Aufsenkurbeln für die Kuppelstangen. Dies verleiht den Lokomotiven ein etwas plumpes Aussehen, und die Anordnung ist auf allen anderen englischen Bahnen für neue Lokomotivbauarten verlassen.

Die Lokomotive hat einen dreiachsigen Tender mit Vorrichtung zum Wasserschöpfen während der Fahrt. Die Ausrüstung enthält selbsttätige Luftsauge-, Dampf- und Handbremse, Dampfsandstreuer und Auspuffdampf-Strahlpumpe der Bauart Davies und Metcalfe zum Speisen des Kessels mit Wasser. Die Hauptabmessungen aller Lokomotiven der englischen Westbahn sind in Zusammenstellung II aufgeführt.

Zusammenstellung II.

Hauptabmessungen der Lokomotiven der englischen Westbahn.

Textabb.	Bauart	Dampfzylinder		Raddurchmesser			Achsstand		Kessel							Gewicht		Tendervorräte	
		Durchmesser	Kolbenhub	Vorderes Drehgestell	Triebräder	Hinterräder	der fest gelagerten Achsen	im ganzen	Durchmesser	Länge des Langkessels	Heizfläche Rohre	Heizfläche Feuerkiste	Heizfläche zusammen	Rostfläche	Dampfüberdruck	Reibungsgewicht	Dienstgewicht	Wasserbehälter	Heizstoffraum
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	qm	qm	qm	qm	at	t	t	cbm	t
1	2/4 2.B.0	457	660	1118	2045	2045	2591	6858	1492 und 1676	3353	157,0	11,9	168,9	1,90	14,1	36,6	55,9	13,6	5
2	2/4 2.B.0	457	762	965	2045	2045	2591	7315	1492 und 1676	3353	157,2	11,9	169,1	1,90	14,1	37,7	59,1	15,9	5
3	2/5 2.B.1	457	762	965	2045	1257	2134	8407	1492 und 1676	4521	184,7	14,3	199,0	2,51	15,8	39,6	71,2	13,6	5
4	2/5 2.B.1	362	660	965	2045	1257	2134	8458	1492 und 1676	4521	184,7	14,3	199,0	2,51	15,8	39,7	75,3	15,9	5
5	2/5 2.B.1 Verbund	Hochdruck 360 Niederdruck 600	640	965	2045	1419	2150	8700	1524	4394	239,9	16,1	256,0	3,10	16,0	39,6	74.8	15,9	5
6	2/5 2.B.1 Tenderlokomotive	457	762	965	2045	1118	2591	9754	1349 und 1537	3353	129,7	11,3	141,0	1,89	13,7	37,6	76,2	9,1	3
7	3/5 1.C.1 Tenderlokomotive	457	762	965	1727	1118	4496	9677	1349 und 1537	3353	129,7	11,3	141,0	1,89	13,7	44,8	76,3	9,1	3
8	Triebwagen	305	406	Triebräder 1219	Räder des Drehgestelles 1105	Achsstand der Triebräder 2438	Achsstand des Drehgestelles 2743	Ganzer Achsstand 18110	1372 bis 1832	Höhe 2896	56,9	4,3	61,2	1,07	11,2	26,6	Ganzes Gewicht 43,7	2,0	0.15
9	3/4 1.C.0	457	660	813	1410	1410	4267	6858	1492 und 1676	3353	157,0	11,9	168,9	2,00	14,1	46,9	53,9	13,6	5
10	4/5 1.D.0	457	762	965	1410	1410	5131	7798	1492 und 1676	4521	184,7	14,3	199,0	2,53	14,1	62,2	69,2	13,6	5

(Schlufs folgt.)

Die Gestalt der Lokomotivschuppen.

Von **W. Cauer**, Professor in Westend bei Berlin.

(Schlufs von Seite 197.)

III. Der Kreisschuppen, Vieleckschuppen, ist wegen seiner grofsen bebauten Fläche und des weit gespannten Daches besonders teuer, hat ferner allen anderen Schuppenformen gegenüber den Nachteil, dafs er nur für eine von vorneherein bestimmte Anzahl Lokomotiven, etwa 20 bis 30, verwendbar ist und höchstens in der Weise erweitert werden kann, dafs man Anbauten hinzufügt, die die Planmäfsigkeit der Anlage durchbrechen. Die Beheizung ist wegen des für die Tagesbeleuchtung in der Regel angeordneten hohen Tambours schwierig. Mit dem ringförmigen Schuppen hat der Kreisschuppen den Nachteil gemein, dafs die Zufahrt durch eine Drehscheibe vermittelt wird, deren Ungangbarkeit alle Lokomotiven einsperrt, während anderseits diese Art des Zuganges den Vorteil bietet, dafs jede Lokomotive einzeln mit beliebiger Fahrrichtung herauskommen kann, ohne eine andere in ihrer Ruhe zu stören. Zugleich zeichnet sich der Kreisschuppen aus durch Übersichtlichkeit, die noch besser ist, als beim Rechteckschuppen, durch bequeme künstliche Beleuchtung, durch geschützte Lage und daher sicherere Gangbarkeit der Drehscheibe. Er beansprucht wenig mehr Gelände, als seine bebaute Fläche beträgt, und eignet sich wegen des beliebig zu richtenden Drehscheibenzuganges besonders gut dazu, sonst wenig nutzbare Stellen des verfügbaren Geländes, namentlich Restgrundstücke, auszunutzen. Diese früher auch in Deutschland beliebte Schuppenform ist in der letzten Zeit kaum noch verwendet worden, kann aber je nach Lage der örtlichen Verhältnisse, namentlich, wenn bei grofser Anzahl der Lokomotiven Schiebebühnen wegen der Untergrundverhältnisse ausgeschlossen erscheinen, oder wenn Form und Lage des Geländes dafür sprechen, sehr wohl mit dem Ringschuppen in Wettbewerb treten. Namentlich dürfte die Anlage von zwei und mehreren Kreisschuppen neben einander der von zwei und mehreren halbkreisförmigen Ringschuppen neben einander, sofern man nicht die Kostenfrage entscheiden läfst, oft vorzuziehen sein. Allerdings bedarf ein

Kreisschuppen mehr Breite des Geländes, als ein halbkreisförmiger Ringschuppen von derselben Anzahl Stände. Bei knapper Geländebreite kann dies ausschlaggebend sein.

IV. Der ringförmige Schuppen hat, abgesehen vom Rechteckschuppen ohne Schiebebühne, die geringste bebaute Fläche und ist in hervorragend bequemer Weise erweiterungsfähig. Man kann solche Schuppen zunächst ganz klein anlegen, selbst für nur einen Stand, und gleichwohl auf jede beliebige innerhalb der Form mögliche Gröfse erweitern, kann dies auf einmal tun oder in beliebig gewählten Stufen, ohne dafs diese Art des Vorgehens auf die Form und Benutzbarkeit des Schuppens in jeder Zwischenstufe oder im vollen Ausbaue von Einflufs wären. Auch diese Form gestattet, wie III, sonst unbrauchbare Geländezwickel gut und mit freier Wahl der Lage der Zufahrtgleise auszunutzen, bedingt aber hierfür erheblich gröfsere Geländestücke, als der Kreisschuppen, wie denn der ganze Bedarf an Gelände und bei Ausbau zur vollen Rundung auch die ganze Breite hier besonders grofs im Vergleiche zu allen anderen Formen ist. So ist der Ringschuppen ebenso, wie der Kreisschuppen, insbesondere für die Lage im Innern von Bahnhöfen zwischen langgestreckten Gleisgruppen im Gegensatze zum Rechteckschuppen mit Schiebebühne verhältnismäfsig wenig geeignet. Bezüglich des durch Drehscheiben vermittelten Zuganges hat die Ringform dieselben Vorteile und Nachteile, wie die Kreisform, doch sind die Drehscheiben hier unbedeckt und daher Betriebstörungen durch Witterungseinflüsse leichter ausgesetzt. So wurden im Winter 1907 dem Vernehmen nach in Altona 22 Lokomotiven eingesperrt, weil die Bolzen des Königstuhles der Drehscheibe bei strengem Frost gebrochen waren. Bei Ausdehnung über den Halbkreis und annähernd bis zum Schlusse der Rundung bedarf man in der Regel zweier Drehscheiben, um den glatten Verkehr der Lokomotiven entsprechend dem Fahrplane zu ermöglichen. In den Schuppenring wird dann meist ein rechteckiges Stück in der Länge des Abstandes der beiden Drehscheiben eingeschaltet. Man kann in einem solchen Schuppen eine ziemlich grofse Lokomotivzahl, je nach Wahl des inneren Halbmessers bis etwa 60, also annähernd doppelt so viel, wie in einem Kreisschuppen, unterbringen, doch tritt ein hervorstechender Nachteil dieser Schuppenform: die schlechte innere Übersichtlichkeit, um so mehr hervor, je gröfser der Schuppen ist. Noch unübersichtlicher wird die Anlage, wenn man sie in mehrere getrennt liegende oder durch Zwischenbauten verbundene Halbringschuppen zersplittert. Ungünstig ist beim Ringschuppen die grofse Zahl von Toren. Er ist schlecht heizbar, bei Tage schwierig, bei Dunkelheit sehr schwierig zu erleuchten.

Solche Schuppen sind, wie auch Zimmermann anführt, nur für eine bestimmte Lokomotivlänge, für die sie erbaut sind, vorteilhaft verwendbar. Während man beim rechteckigen Schuppen auf derselben Gleislänge beispielsweise drei grofse oder fünf Tenderlokomotiven, oder vier mittelgrofse Lokomotiven aufstellen kann, kann man einen für grofse Lokomotiven erbauten Ringschuppen für kleinere Lokomotiven nur mit Platzverschwendung, einen für kleinere Lokomotiven erbauten für grofse Lokomotiven gar nicht benutzen. Hiermit hängt ein fernerer schwerwiegender Nachteil zusammen, der sich bei den meisten älteren Ringschuppen geltend macht.

Da nämlich die Länge der Lokomotiven im Laufe der Jahre beständig zugenommen hat, sind die ringförmigen Schuppen überall zu knapp geworden. Die Lokomotiven reichen mit den Buffern nahezu an Fenster- und Tor-Wand, soweit man nicht die Stände durch künstliche und meist ungünstige Anbauten verlängert hat. Dieser Nachteil ist in solchem Mafse nur den ringförmigen Schuppen eigen. Bei den rechteckigen stellt man dann weniger Lokomotiven hinter einander, und selbst bei den kreisförmigen Schuppen kann man sich eher helfen, wenn nur der Platz an der Drehscheibe nicht von vornherein zu knapp bemessen ist. Diese wirtschaftlich ungünstig wirkenden Eigenschaften des Ringschuppens treten bei einem Vergleiche der Baukosten mit denen eines Rechteckschuppens mit Schiebebühne nicht in Erscheinung, sollten dabei aber nicht aufser Acht gelassen werden. Im Übrigen ist zwar beim Rechteckschuppen die bebaute Fläche etwas gröfser, beim Ringschuppen wirken aber auch die oben erwähnten Umstände auf die Baukosten ungünstig ein.

Fassen wir das Ergebnis unserer Untersuchung zusammen, so wird unbeschadet der wirtschaftlichen Erwägungen man bei sehr kleinen Lokomotivzahlen, deren erhebliche Vermehrung nicht in Aussicht steht, namentlich aber bei Tenderlokomotiven in der Regel dem rechteckigen Schuppen ohne Schiebebühnen den Vorzug geben; bei kleinen und mittleren Lokomotivzahlen, sofern man mit reichlicher Erweiterungsfähigkeit zu rechnen hat, wird die Ringform trotz ihrer Mängel am Platze sein.

Wo man dagegen von vornherein eine grofse Zahl von Lokomotiven unterzubringen hat, ist ein nahezu geschlossener Ringschuppen, noch mehr aber eine Zusammenstellung von zwei oder mehreren Halbringschuppen grundsätzlich als ungünstig und der Rechteckform mit Schiebebühne bedeutend unterlegen zu betrachten. In besonderm Mafse gilt dies bei der Lage auf verhältnismäfsig schmalem Gelände und zwischen Gleisgruppen. Allerdings können besondere Umstände eintreten, die die Wahl eines Rechteckschuppens verhindern, oder unratsam machen, wie ungünstige Gründungsverhältnisse, Lage und Gestalt des Bauplatzes. Dann sollte man aber aufser der Ringform auch die Kreisform mit in Betracht ziehen: in der Regel dürfte eine Folge von Kreisschuppen einer solchen von Halbringschuppen vorzuziehen sein. Die fast ausschliefsliche Verwendung der Ringschuppen auch für von vorneherein grofse Anlagen, wie solche in den letzten Jahren vielfach üblich gewesen, ist jedenfalls unberechtigt.

Um die Rechteckform für verschiedene Lokomotivlängen gut ausnutzen zu können, ist es erwünscht, mit der Stellung der Lokomotivschornsteine möglichst unabhängig zu sein. Es könnte also günstig scheinen, die in England verbreitete Rauchabführung durch einen gemeinsamen Rauchkanal*) zu verwenden, die sich, wie Zimmermann mitteilt, bei zwei kleineren Schuppen der badischen Staatsbahnen gut bewährt hat. Doch wird solche Anordnung bei unserm rauhen Klima die Heizung sehr erschweren, und es scheint vielmehr die auch von Zimmermann wenigstens für gewisse Fälle empfohlene gemeinsame

*) Vergleiche meinen Vortrag Glasers Annalen 1905, S. 142.

Rauchabführung für alle grofsen Schuppen das Verfahren der Zukunft zu sein. Wesentlich dabei ist, dafs die benutzten Rauchabzüge mit den darunter stehenden Lokomotivschornsteinen möglichst luftdicht verbunden, die nicht benutzten aber abgeschlossen werden, so dafs die Entstehung von Beiluft verhindert wird, wie dies durch die Herrn Fabel, München, patentierte Einrichtung angestrebt wird. Für die Aufstellung verschieden langer Lokomotiven in rechteckigen Schuppen mufs man dann allerdings durch vermehrte Anbringung von Rauchabzügen sorgen.

Für die Benutzung eines gröfsern Lokomotivschuppens wird die gute Zugänglichkeit durch zwei von einander und den anderen Gleisen tunlichst unabhängige Verkehrsgleise für Hin- und Rücklauf, die zweckmäfsige gegenseitige Lage der Stellen, wo Kohlen, Wasser, Sand, Gas genommen werden und der Rost gereinigt wird, und die unabhängige Benutzung dieser Anlagen*) und der Gleise zum und vom Schuppen erheblich wichtiger sein, als grofse Nähe des Schuppens bei der Verwendungstelle der Lokomotiven. Wenn man in letzterer Beziehung nicht zu ängstlich ist**), wird man auch leichter für die Anlagen zur Kohlen- und Wasserversorgung günstige Plätze finden können, wobei es namentlich erwünscht ist, zur Vermeidung von Hebezeugen vorhandene oder zu gewinnende Höhenunterschiede der Kohlenzufuhrgleise gegenüber den Lokomotivgleisen für mechanische Bekohlung auszunutzen. Wenn Zimmermann besonders empfiehlt, einen innerhalb der Gleise eines zweiseitig angelegten Verschiebebahnhofes zu erbauenden Schuppen etwa in die Mitte der Länge zu legen, damit die Wege der Lokomotiven nach beiden Enden annähernd gleich sind, so wird diese Rücksicht nur zutreffen, wenn auch von beiden Enden her gleich viele Lokomotiven den Schuppen benutzen; sonst wird der Schuppen, soweit diese Rücksicht in Frage kommt, besser demjenigen Ende des Bahnhofes zu nähern sein, von dem aus die gröfsere Zahl Lokomotiven den Schuppen zu benutzen hat, wie beispielsweise auf Bahnhof Osterfeld. In der Regel wird aber der verfügbare Platz den Ausschlag geben. In der Mitte der Bahnhofslänge entwickeln sich die Richtungsgleise in gröfster Breite. Hier noch die Schuppenanlage zwischenzuschieben, wird selten vorteilhaft sein, während sich nach den Bahnhofsenden zu zwischen den Einfahrgleisen der einen und den Ausfahrgleisen der andern Seite in der Regel leichter Platz gewinnen läfst.

Das Wichtigste für zweckmäfsige Lokomotivanla en ist aber, dafs man nicht lediglich dem Brauche folgt, sich auch nicht nach einseitigen Erwägungen entscheidet, vielmehr alle bau-, betriebs- und maschinentechnischen, sowie die wirtschaftlichen Gesichtspunkte berücksichtigt. Andernfalls werden auch die besten Einzelheiten mangelhafte Wirkung des Ganzen nicht verhüten können.

*) Hierbei kommt beispielsweise in Betracht, dafs namentlich bei Vorhandensein guter Bekohlungsanlagen das Reinigen des Rostes erheblich länger dauert, als das Bekohlen, dafs man also unter Umständen mehrere Löschgruben mit Gleisverzweigung auf eine Bekohlungstelle zu rechnen hat.

**) Je weiter der Lokomotivschuppen liegt, desto eher wird man auf besondere Wasserkräne und kleine Kohlenbühnen an geeigneten Stellen des Bahnhofes Bedacht zu nehmen haben.

Werkstätte zur Untersuchung (Revision) der Wagen in der Hauptwerkstätte Karlsruhe.*)

Von **Friedr. Zimmermann,** Oberingenieur zu Karlsruhe.

Während in den Jahren vor 1895 ein starker Andrang von badischen Güterwagen zur Vornahme der Untersuchung in der Hauptwerkstätte Karlsruhe herrschte, ist deren Zahl in den Jahren 1895 bis 1900 nur von 5789 auf 5865 gestiegen, da 1895 die Untersuchungszeit der Güterwagen von 24 auf 36 Monate verlängert worden war. 1882 ist die Untersuchungszeit von 12 auf 14, 1884 von 14 auf 18 und 1890 von 18 auf 24 Monate verlängert worden. Die regelmäfsige Untersuchung der badischen Güterwagen findet nur in der Hauptwerkstätte Karlsruhe statt, auch der badischen Güterwagen, die in der Zwischenzeit wegen kleinerer Mängel oder Warmlaufens zur Instandsetzung einer der 9 Betriebswerkstätten zugesandt sind.

Die Folge der Verlängerung der Untersuchungszeit war, dafs die Wagen in viel stärker abgenutztem Zustande zur Hauptwerkstätte kamen und die Kosten für die Untersuchung und Instandsetzung erheblich stiegen. 1890 wurden für 7258 Wagenuntersuchungen 94 000 M., 1900 für 5865 Untersuchungen aber 174 000 M. an Löhnen bezahlt.

Aufser der Verlängerung der Untersuchungszeit machte sich hinsichtlich der Abnutzung der Güterwagen auch die Behandlung der Wagen im Verschiebedienste, namentlich auf den Ablaufrücken, und das höhere Alter der Wagen geltend. So stieg die Zahl der in der Hauptwerkstätte angebrachten und abgenommenen Achshalter von 114 in 1890 auf 1081 in 1900.

In den Jahren 1898 bis 1900 wurden 1500 neue Güterwagen beschafft.

Die Summe der Personen- und Güterwagen ist von Ende 1890 bis Ende 1900 von 10 075 auf 14 266 gestiegen.

Die Zahl der in der Hauptwerkstätte zur Ausbesserung vorhandenen Wagen betrug durchschnittlich:

1897	1898	1899	1900
500	516	522	594 Wagen.

Die Arbeit an den badischen Güterwagen konnte Ende 1900 in den vorhandenen Werkstätteräumen nicht mehr bewältigt werden.

1902 wurde deshalb der Bau einer neuen grofsen Wagenuntersuchungswerkstätte beantragt und nach dem Entwurfe von Oberbaurat Kuttruff mit Sägedach und nach Osten gerichteter Fensterfläche 1905/06 ausgeführt.

An die Werkstätte sind die Federschmiede, ein kleines Vorratslager und eine Auskochküche angebaut.

Die Kosten für den Bau wurden zu 911 800 M., für die

*) Organ 1907, Heft 4, S. 76.

Einrichtung mit Schiebebühnen, Beleuchtung und Heizung zu 170 100 M. veranschlagt.

Sie betrugen für den Bau ohne die äufseren Gleisanlagen rund 800 000 M., für die Einrichtung 195 000 M. Die Kosten für die Einrichtung der elektrischen Beleuchtung und Stromzuleitung betrugen 26 500 M.

Von 1900 bis Ende 1905 ist die Zahl der Personenwagen von 1657 auf 1861, die der Güterwagen von 12 609 auf 13 517 gestiegen.

Für die abgängigen zweiachsigen wurden drei- und vierachsige Personenwagen beschafft, wie aus der starken Zunahme der Achsenzahl alter Wagen in diesem Zeitraume von 1900 mit 29 251 Achsen bis 1905 mit 32 916 Achsen hervorgeht.

Die neue Wagenuntersuchungswerkstätte war daher bei der Eröffnung voll besetzt.

Die Albula-Bahn.

Von **Strohmeyer,** Ingenieur, Königl. Oberlehrer zu Buxtehude.*)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 13 auf Tafel XLIII und Abb. 14 bis 16 auf Tafel XLIV.

Wenn die Albulabahn, eines der grofsartigsten unter den neueren Werken der Kunst des Gebirgsbahnbaues, nun auch schon seit zwei Jahren im Betriebe steht, so glauben wir doch, unsern Lesern auch jetzt noch mit der Darbietung einer Übersicht über dieses Werk zu dienen, das gewifs noch oft als Grundlage und Vorbild für derartige Entwürfe dienen wird.

Das schon seit vielen Jahren von Fremden aller Weltteile seiner köstlichen Luft und landschaftlichen Reize wegen besuchte Engadin war bisher an den grofsen Weltverkehr der Alpen nur durch Landstrafsen angeschlossen. Seinen wichtigsten Zugang hatte das Oberengadin vom Rheintale her auf den Strafsen, die den Julier- und Albula-Pafs von Tiefenkastel aus überschreiten, zu denen von Thusis aus an dem Albulaflusse entlang die malerische Schynstrafse den Zugang bildet. Bis Thusis führt am Rheine entlang schon seit einigen Jahren eine Schmalspurbahn, die über Chur nach Landquart führt und von dort nach dem bekannten Kurorte Davos abzweigt. Die günstigen Betriebsergebnisse dieser Linien ermutigten zum weiteren Ausbau des Schmalspurnetzes, und so entstanden in den letzten Jahren die Strecke Reichenau-Ilanz und die Albulabahn von Thusis über Tiefenkastel nach St. Moritz im Oberengadin.

Thusis liegt 700,50 m über dem Meeresspiegel, der Scheitel des grofsen Albulatunnels 1823,40 m und St. Moritz 1774,50 m. Die Albulabahn ist 62,8 km lang und hat 1 m Spur.

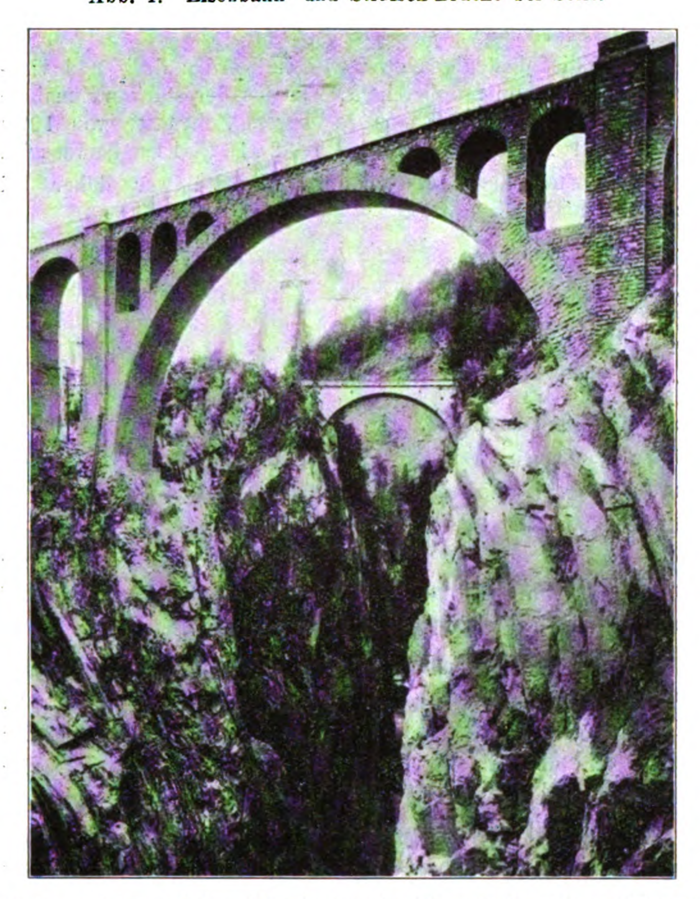
Sie liegt, mit Ausnahme ganz kurzer Strecken, in äufserst schwierigem Gelände, so dafs aufser dem 5866 m langen Albulatunnel noch 40 kleinere Tunnel mit einer ganzen Länge von rund 10 000 m und zahlreiche Talüberschreitungen mit rund 3000 m Länge hergestellt werden mufsten (Abb. 1 bis 3, Taf. XLIII). Die erforderlichen Erd- und Felsbewegungen betrugen etwa 1 250 000 cbm, nebst umfangreichen Stütz- und Futtermauern.

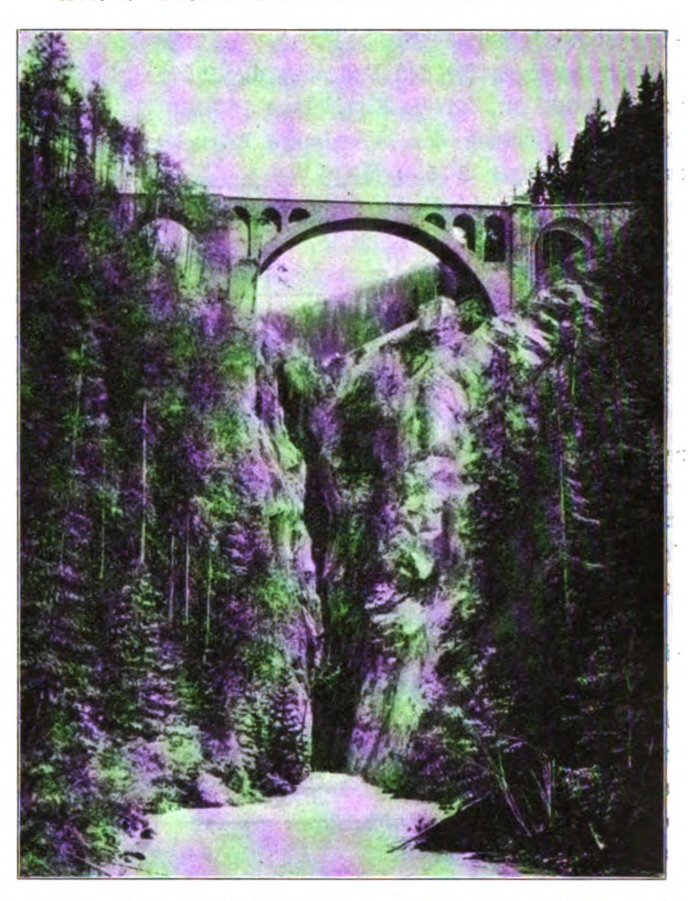
Nachdem der allgemeine Entwurf vom Verwaltungsrate im Juli 1899 genehmigt war, wurde der endgültige Entwurf im Juni 1900 fertig, worauf sofort die Ausschreibung der Arbeiten erfolgte. Noch im Juli desselben Jahres wurden auf der ganzen Strecke die Arbeiten in Angriff genommen. Für den Bau der Bahn waren zwei Baujahre in Aussicht genommen. Da aber der grofse Albulatunnel eine Bauzeit von vier Jahren erforderte, trotzdem aber alle Arbeiten zu gleicher Zeit fertig werden sollten, so mufste mit dem Bau des Tunnels zwei Jahre früher begonnen werden. Die beiden Seiten des Tunnels wurden tatsächlich bereits im Oktober und November 1898 in Angriff genommen, obgleich der endgültige Entwurf noch nicht fertig gestellt war. Die Achse des Tunnels lag aber von vornherein soweit fest, dafs Abänderungen der Linie auf ihre Lage keinen Einflufs mehr ausüben konnten.

Das Albulatal zeichnet sich im »Schyn« zwischen Thusis und Tiefenkastel durch besonders schwierige Verhältnisse aus. Diese Strecke übertrifft alle anderen durch die Länge der Tunnel und die Zahl und Gröfse der Talübergänge. Von der 12,5 km langen Strecke liegen allein 4106 m oder 33 $^0/_0$ im Tunnel. Die Zahl der Talübergänge und Lehnbrücken beträgt 27 mit 1300 m Länge. Der Unterbau dieser Strecke kostet 220 000 M/km. Als besonders hervorragende Bauwerke sind hier zu nennen die Rheinbrücke bei Thusis (Abb. 4, Taf. XLIII), die Muttnertobelbrücke (Abb. 5, Taf. XLIII) und die Albulabrücke bei Solis (Abb. 6, 12 und 13, Taf. XLIII, Textabb. 1 und 2). Die Rheinbrücke bei Thusis ist das einzige eiserne Bauwerk auf der ganzen nördlichen Strecke der Albulabahn. Der eiserne Überbau hat 80 m, die gewölbte Muttnertobelbrücke 30 m Weite. Das beachtenswerteste Bauwerk dieser Strecke ist die Albulabrücke bei Solis (Abb. 6, 12 und 13, Taf. XLIII und Textabb. 1 und 2). Sie besteht aus 10 Bogen von je 10 m Weite und einem mittlern Halbkreisgewölbe von 42 m Weite mit einer Höhe von fast 90 m über dem Albulaflusse. Die Gewölbestärke der Mittelöffnung beträgt im Scheitel 1,40 m, am Kämpfer 2,60 m. Die Spannung dieses in Spitzstein und Schichtmauerwerk ausgeführten Gewölbes beträgt 22,8 kg/qcm. Die Aufmauerung des Mittelgewölbes erfolgte unter Verwendung von Zementmörtel in drei Ringen. Der erste Ring wurde am 10., die beiden anderen wurden am 20. und 31. Mai 1902 geschlossen. Die während der Wölbung des ersten Ringes eingetretene Senkung des Lehrgerüstes betrug im Scheitel 49 mm; nach Schlufs des ganzen Gewölbes wurde eine weitere Senkung von 2 mm im Scheitel festgestellt. Bei der Höhenlage von fast 90 m über dem Albulaflusse waren für das Lehrgerüst der Mittelöffnung nur zwei Stützpunkte vorhanden, deshalb mufste das in Abb. 12, Taf. XLIII dargestellte, gesprengte Gerüst verwendet werden, das sich gut bewährt hat.

Die Solisbrücke, eines der kühnsten Bauwerke der ganzen

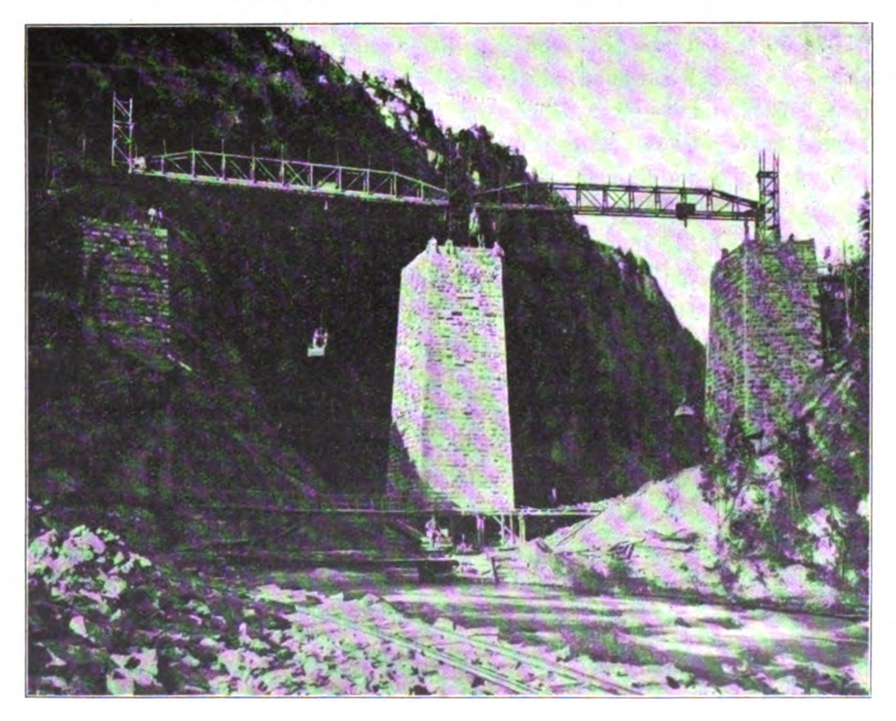
*) Aus meinem Vortrage nach Besichtigung der Bahn und an der Hand der zwei Veröffentlichungen: 1. Technisches von der Albula-Bahn. Hennings. 2. Zentralblatt der Bauverwaltung Nr. 32, 1905.


Abb. 1. Eisenbahn- und Strafsen-Brücke bei Solis.


Abb. 2. Eisenbahnbrücke über die Albula bei Solis.

Bahn, wirkt auf den Wanderer der Bergstrafse überwältigend. Besonders stark kommt der Eindruck grofser Leichtigkeit zustande, wenn man auf der tiefer liegenden Strafsenbrücke über die Albula steht. Man hört oft und zwar mit Recht, dafs Gebirgsbahnen nicht immer zur Verschönerung der Gegend beitragen. Hier kann man sagen, dafs die ganze Albulabahn, besonders aber die Solisbrücke und die später noch zu beschreibende Landwasserbrücke die Grofsartigkeit und Wildheit der Umgebung besonders hervortreten lassen und heben.

Die Strecke Tiefenkastel-Filisur liegt in etwas günstigerem Gelände, so dafs der Unterbau hier auf 80000 M/km zu stehen kam.


Abb. 3. Die Landwasserbrücke. Aufführung der Mittelpfeiler.

An hervorragenden Bauwerken dieser Strecke sind zu nennen die Schmittentobel-Brücke (Abb. 7, Taf. XLIII, Abb. 14, Taf. XLIV) von 140 m Länge und 35 m Höhe mit 7 Öffnungen und die Landwasserbrücke (Abb. 10, Taf. XLIII, Abb. 14, 15 und 16, Taf. XLIV und Textabb. 3 bis 5); letztere die gröfste und beachtenswerteste der Albulabahn. Die Landwasserbrücke hat 6 gewölbte Öffnungen von je 20 m Weite und 65 m Höhe über dem Wasserspiegel.

Die Brücke liegt im Bogen von nur 100 m Halbmesser, während sonst der kleinste Halbmesser der Bahn 120 m beträgt. Um diesen Übelstand, zu dem man durch die örtlichen Verhältnisse gezwungen war, zu mildern, hat man hier die Steigung von 25 ‰ auf 20 ‰ ermäfsigt. Unmittelbar an die Brücke schliefst sich ein Tunnel von 217 m Länge an (Abb. 14, Taf. XLIV, Textabb. 5). Auf der rechten Seite der Brücke wird das Tal von steilen Kalkfelswänden, auf der linken Seite von einer beinahe senkrechten Rauhwackenfelswand eingefafst, die von dem Tunnel durchfahren wird. Das Mundloch des Tunnels steht unmittelbar

Abb. 4. Landwasserbrücke bei Filisur. Rüstung.

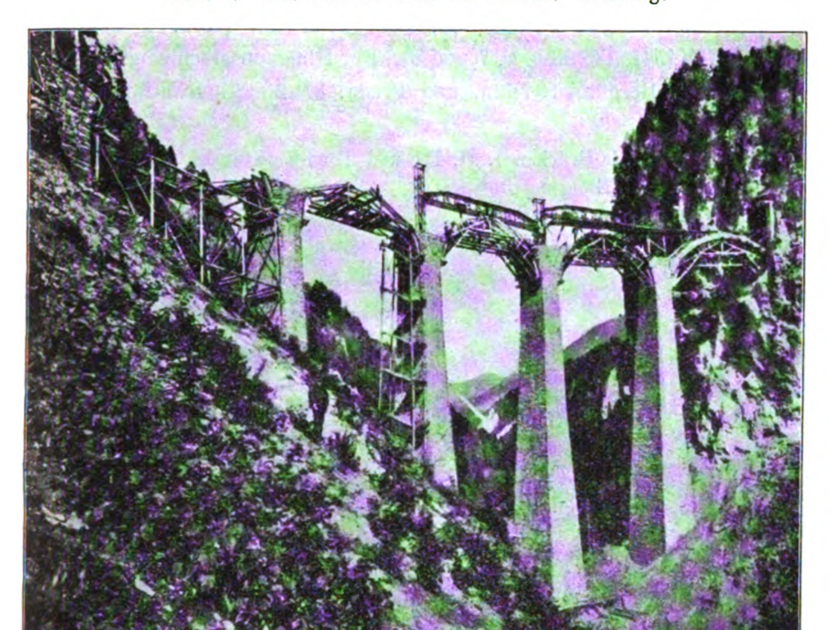
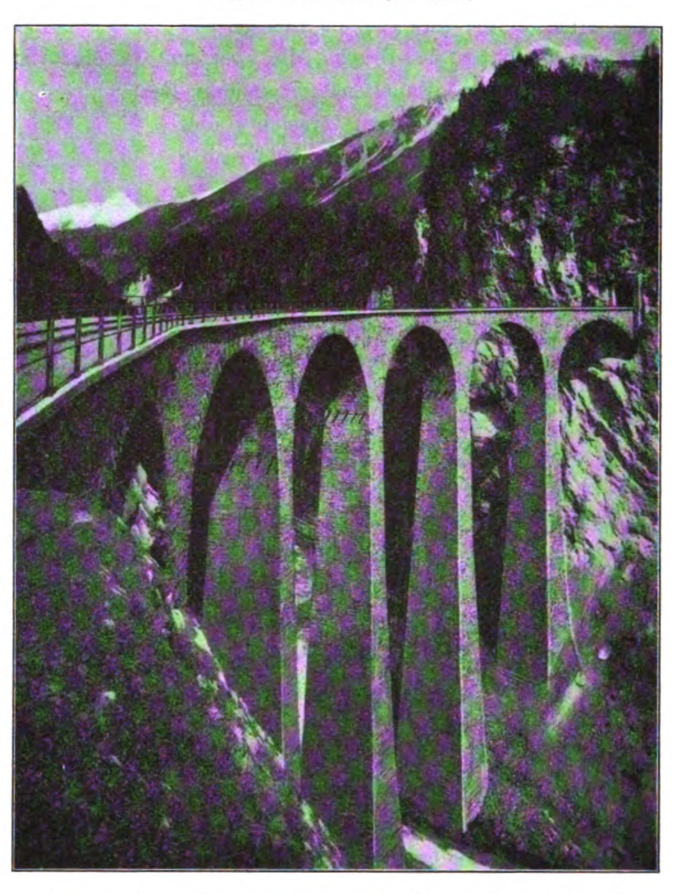


Abb. 5. Landwasserbrücke.



auf dem Widerlager der sechsten Gewölbeöffnung, das auf rund 10 m unter der Bahn in die Felswand eingebaut ist. Die beträchtliche Höhe, namentlich der in der Talsohle stehenden 3 Mittelpfeiler und der geringe Raum, den diese und das bei Regengüssen und Schneeschmelzen sehr reifsende Landwasser noch übrig liefsen, veranlafsten die Bauunternehmung, von der Anwendung der auf der ganzen Bahn sonst üblichen Baugerüste Abstand zu nehmen, zu deren Aufstellung der Platz fehlte. Das Gerüst wurde durch eine Vorrichtung ersetzt, welche gleichzeitig gestattete, die Einrichtungen für Zufuhr und Ablagerung der Baustoffe von denjenigen für die Aufzugsvorrichtungen zu trennen (Abb. 15, Taf. XLIV, Textabb. 3 und 4). Der zuerst entworfene Plan, die Schlucht durch starke Drahtseile zu überspannen, an denen das Baugerüst aufgehängt und mit denen es nach dem Fortschreiten des Mauerwerks allmählich gehoben werden konnte, erschien bei näherer Untersuchung zu verwickelt und wurde dahin abgeändert, das Gerüst, anstatt es aufzuhängen, auf eiserne, in den Pfeilermitten eingemauerte Türme zu stützen, und auf diesen nach Bedarf hochzuheben.

Diese drei Türme bestanden aus je vier gleichschenkligen, 6 m langen, mit Streben und Pfosten fachwerkartig verschraubten Winkeleisen. Die Streben und Pfosten wurden beim Nachrücken des Mauerwerkes allmälig Feld für Feld weggenommen, beim nächstfolgenden Turmaufsatze wieder verwendet und die Winkeleisen durch Aufsetzen und Verlaschung verbunden. Die so auf die ganze Pfeilerhöhe gebildeten, ununterbrochenen Gestänge mufsten im Mauerwerke gelassen werden. Nur die obersten Turmstücke wurden nicht eingefügt. Auf diese Türme stützten sich Laufbrücken mit eisernen Fachwerkträgern, welche auf den Türmen nach Bedarf bis zu 4 m über Gewölbescheitel gehoben werden konnten.

Zum Hochwinden der Baustoffe dienten elektrische Winden, die mit elektromagnetischen Bremsen für den Lasthub versehen waren. Diese Bremsen wirkten selbsttätig, wenn die Triebmaschine aus irgend einem Grunde stromlos wurde; sie dienten aber auch dazu, die Last nach Bedarf in jeder beliebigen Höhe anzuhalten.

Da die Brücke von der Landstrafse etwa 800 m entfernt an der schmalsten Stelle der stundenlangen Landwasserschlucht in ganz unwirtlichem Gelände liegt, und der Zuweg namentlich für die Beibringung der Baustoffe sehr schwierig war, mufsten vor allem Wege und ein Rollbahngleis für Lokomotivbetrieb angelegt werden. Dafür waren vier Hängebrücken von je 15 m Spannweite über das Landwasser erforderlich, die bei den reifsenden Hochwassern oft einen schweren Stand hatten. Die Baustoffe wurden auf dieser Bahn bis an die Pfeiler herangefahren, wo die Wagen auf Drehscheiben abgestofsen wurden und zur Verteilung nach den drei Pfeilern gelangten. Ein grofser Teil des Mörtelsandes wurde einer höher liegenden Moräne entnommen. Mittels einer Wasserzuleitung in die Moränegrube wurde der Sand durch Blechröhren nach der Verwendungsstelle hinuntergeschwemmt, wobei er gleichzeitig gründlich gewaschen wurde.

Der gröfste Mittelpfeiler ist ganz auf Felsen gegründet.

Besondere Schwierigkeiten bot das Aussprengen der übrigen Pfeilergründungen in dieser engen Schlucht und an den steilen Felswänden insofern, als diese Arbeit nur bei Nacht ausgeführt werden konnte, um die Maurerarbeiten und den Bauverkehr bei Tage nicht zu gefährden.

Zu diesen örtlichen Schwierigkeiten kam noch April 1901 ein Hochwasser, das die Arbeit fast ganz unterbrach, und November 1901 bis April 1902 ein so strenger Winter, dafs für diese Zeit die ganze Arbeit eingestellt werden mufste.

Bei der Ausführung der Gewölbe der Landwasserbrücke

ist eine neue Bauart eingeführt. Man verwendete nämlich für die 20 m weiten Gewölbe die Lehrgerüste der nur 300 m entfernten Schmittentobel-Brücke, die aber nur Gewölbe von 15 m Öffnung hat, ohne Zuhülfenahme anderer Gerüste.

Die Bauunternehmung erreichte dies dadurch, dafs sie die Gewölbe beiderseitig von den Pfeilern aus soweit aufmauerte, bis die Spannweite zwischen dem vorkragenden Mauerwerke nur noch 15 m betrug. Dies geschah durch 4 m hohe Ausleger, die oben mit später eingemauert gebliebenen ⊏-Eisen verbunden wurden, und die sich unten auf 1,50 m über Kämpferhöhe eingemauerte I-Eisen stützten. Nachdem die Gewölbe auf diese Höhe, etwa 6 m über Kämpfer im Gleichgewichte aufgemauert waren, wurden die eigentlichen Lehrbogen von verminderter Spannweite auf die Ausleger aufgestellt, zur Sicherheit aber mit Streben auch auf die unteren Stützpunkte, die I-Balken abgestützt.

Von der Landstrafse aus ist von der Brücke nur der oberste Teil zu sehen, eine kleine Wanderung abseits, am Landwasser entlang, verschafft dem Beschauer einen überwältigenden Eindruck vom Geschicke und der schaffenden Kraft der Erbauer.

Der Gegensatz der Gröfsenwirkungen ist an diesem Bauwerke ein ganz besonders auffallender. Unten steht man am Fufse der Pfeiler-Riesen aus Kalksteinen von über 10 m Stärke, so dafs man sie für Häuserblöcke ohne Fenster hält. Sieht man dagegen nach oben, so erscheint alles fast zu schlank, die Gewölbstärke im Scheitel sieht schwindend dünn aus und gar der fast 5 m hohe und breite Tunneleingang erscheint wie die Dachluke an einem hohen Gebäude.

Dazu kommen die Felsenwildnis und der wild schäumende Landwasserflufs, ein Bild von unbeschreiblicher Pracht und Grofsartigkeit. Das Gelände der beschriebenen Strecke besteht zunächst aus Bündener Schiefer, dann folgt Muschelkalk, Lias und Grauwacken.

Die weitere Strecke Filisur-Bergün beginnt mit der steilsten Neigung von 35 $^0/_{00}$, die in längeren Tunneln auf 30 $^0/_{00}$ ermäfsigt ist.

Filisur liegt auf 1083 m Höhe, Bergün auf 1376 m. Zur Überwindung der Höhe reichte die vorhandene Länge nicht aus, daher mufste eine künstliche Entwickelung von 1200 m Länge eingeschaltet werden.

Als günstigste Stelle hierfür ergab sich das Gelände oberhalb des Ortes Filisur. Man stellte die künstliche Verlängerung der Strecke her durch Bildung einer Schleife mit einem Tunnel von 736 m Länge. Trotzdem das für diese künstliche Entwickelung gewählte Gelände noch das günstigste war, so gestaltete sich der Ausbau der Strecke doch überaus schwierig.

Die verhältnismäfsig kurze Strecke von 9300 m Länge hat allein 2200 m Tunnel und 8 Brücken, von denen besonders die über den wild schäumenden Stulser Bach mit einem Bogen von 25 m lichter Weite zu nennen ist (Abb. 8, Taf. XLIII). Der Unterbau dieser Strecke kostet 184 000 M/km.

Den beachtenswertesten Teil der Linienführung weist die Strecke Bergün-Albulatunnel bei Preda auf (Abb. 2 und 3, Taf. XLIII, Textabb. 6, 7 und 8). Der Höhenunterschied zwischen Station Bergün, 1376 m, und Preda, 1792 m, beträgt 416 km.

Abb. 6. Lena- und Albula-Brücken I, II, III und Toua-Kehrtunnel. Steigung 35 $^0/_{00}$.

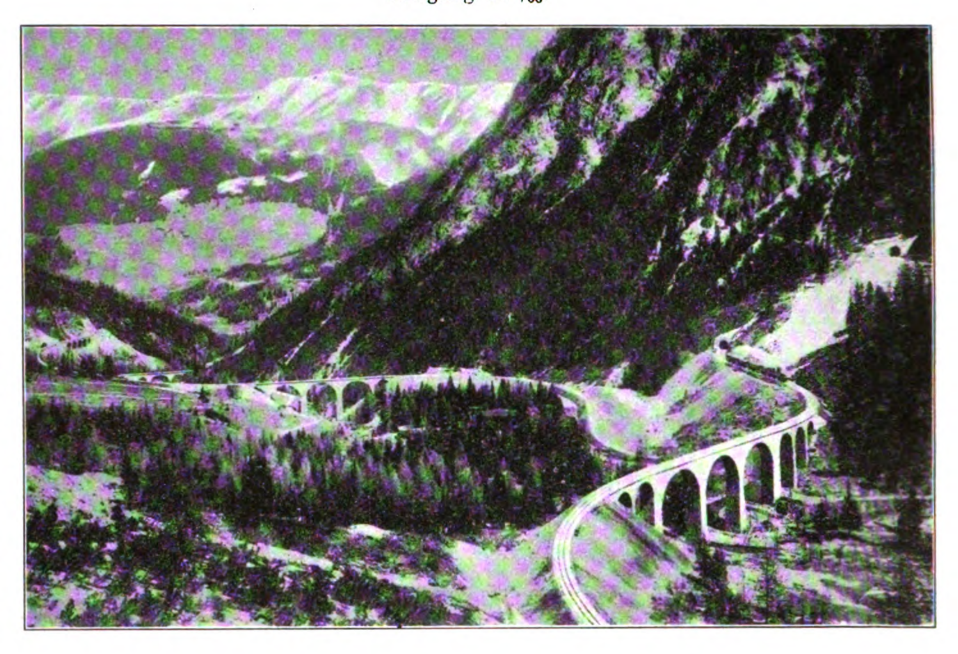


Abb. 7. Bahnentwickelung unterhalb Preda und Albulastrafse. Toua- und Zuondra-Kehrtunnel. III. Albulabrücke.

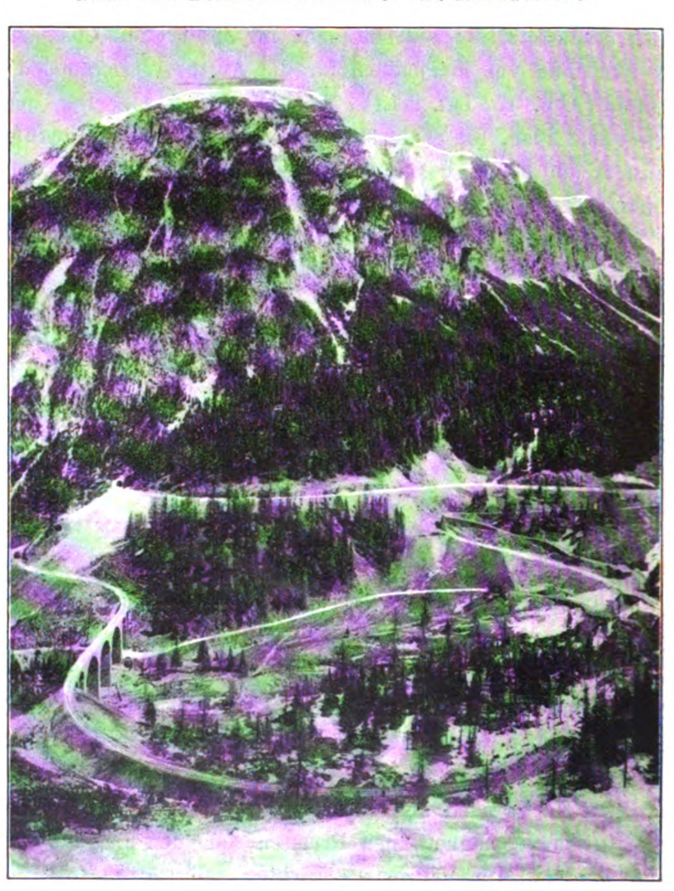
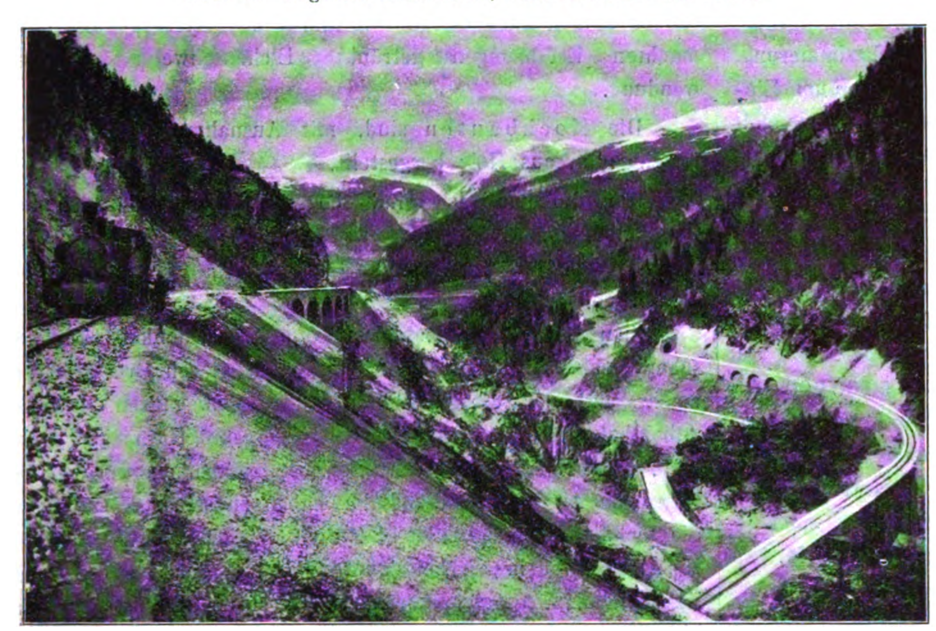


Abb. 8. Rugnuxer-Kehrtunnel, Lawinendächer bei Muot.



Um diesen zu überwinden, ist bei 35 $^0/_{00}$ steilster Neigung eine Länge von 12 km erforderlich, während die Luftlinie nur 6,5 km beträgt, so dafs sich auf dieser Strecke die Notwendigkeit künstlicher Entwickelungen mit 5500 m Länge ergab. Hierfür ist eine grofse Anzahl von Möglichkeiten bearbeitet worden, als deren Ergebnis die ausgeführte Linie gewählt wurde. Von mehreren Schleifen liegt die erste Doppelschleife dicht oberhalb Bergün mit Tunneln (Abb. 2, Taf. XLIII, Textabb. 6 und 7), hinter der Zwischenstation Muot liegen mehrere Schleifen mit Kehrtunneln. Besonders die von Muot bis zum Gebirgsdörfchen Naz reichende Entwickelung mit mehreren Kehrtunneln und Brücken (Abb. 3, Taf. XLIII, Textabb. 8) ist aufser ihrer technischen Bedeutung auch landschaftlich von hohem Reize. Diese Strecke hat bei 12,2 km Länge über 3000 m, also 24,4 $^0/_0$, Tunnel.

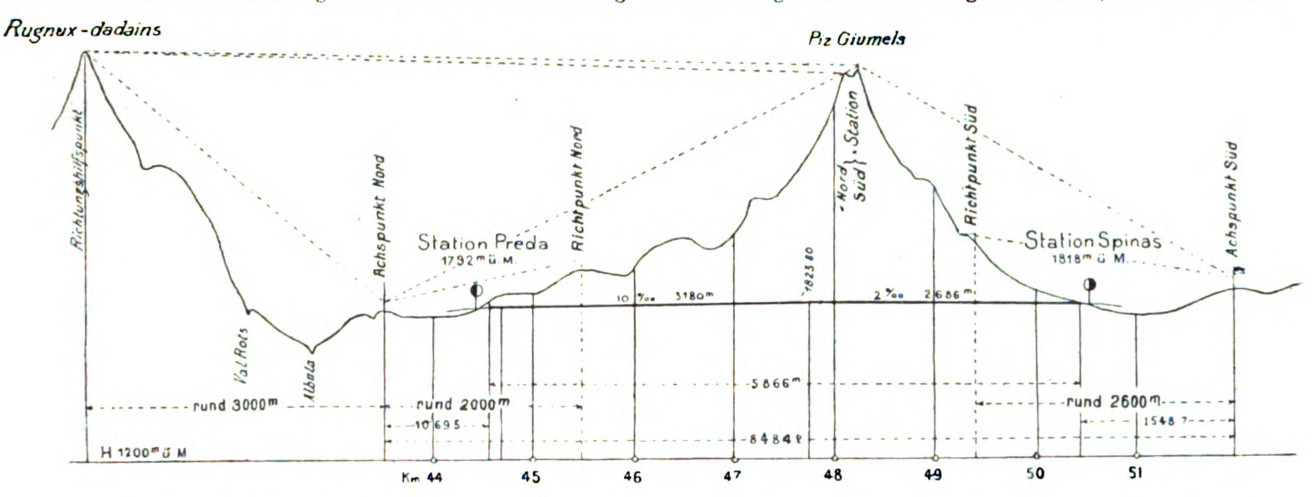
Als wichtigste Kunstbauten sind zu nennen die 40 m hohe Tischbachbrücke (Abb. 9, Taf. XLIII) und vier Albulaübergänge von 10 bis 22 m Höhe (Abb. 11, Taf. XLIII und Textabb. 6 bis 8). Der Unterbau dieser Strecke kostet 184 000 M/km.

In dieser Gegend waren die Schneeverhältnisse sorgfältig zu berücksichtigen. Die Bahn ist zum Zwecke leichterer Schneeräumung tunlichst auf freien Dämmen geführt, wozu die vielen Tunnel den gröfsten Teil der Massen lieferten. Wo die Bahn in Einschnitte gelegt werden mufste, sind diese gegen das Tal durch Ausschlitzung freigelegt.

Den Lawinengängen wich man möglichst aus. Wo sie nicht umgangen werden konnten, sind Dächer, Ablenkbauten in grofsem Stile errichtet (Textabb. 8). Der Fels dieser Strecke besteht aus Dolomit, Lias und Bündnerschiefer.

Der grofse Albulatunnel (Textabb. 9) von 5866 m Länge liegt zwischen den Stationen Preda, 1792 m, und Spinas, 1818 m. Die Steigung beträgt von Preda bis zur Mitte 10 $^0/_{00}$, von Spinas 2 $^0/_{00}$.

Abb. 9. Albulatunnel. Längenschnitt der Achsabsteckung über den Berg. Mafsstäbe: Längen 1 : 75 000, Höhen 1 : 30 000.



Die Lichthöhe des Tunnels beträgt 5 m, die Lichtweite in Kämpferhöhe 4,5 m.

Der Tunnel durchfährt von Preda aus der Reihe nach kalkige und merglige Schiefer der Trias, Zellen-Dolomit, Casanna-Schiefer, dichten Albula-Granit, Moräne und feinen Granitsand mit grofsen Findlingen. Auf beiden Seiten wurde die Arbeit durch starken Wasserandrang erheblich erschwert.

Auf der Nordseite, Preda, nahm der Wasserzudrang im ersten km allmälig bis auf 75 l/Sek. zu, dann brachen plötzlich im April 1900 bei 1006 m 300 l/Sek. in den Tunnel ein, der Zuflufs ging zwar nach einigen Tagen bis auf 215 l/Sek. zurück, blieb aber dann unveränderlich, so dafs für die Arbeiter bei der geringen Wärme des Wassers von nur 6 ^{0} C. grofse Erschwerungen eintraten.

Die Hauptschwierigkeiten begannen, nachdem man bei 1100 m in den Zellen-Dolomit gelangt war, in dem das eindringende Wasser den Zusammenhang teilweise ganz aufgelöst hatte, so dafs ein heftiger Wasser- und Sand-Ergufs in den Tunnel erfolgte.

Wegen dieser Verhältnisse mufste am 6. Juni 1900 die Maschinenbohrung bei 1120 m Tiefe ganz eingestellt werden, und nun begann eine äufserst mühsame Getriebezimmerung, der die Ausmauerung auf dem Fufse folgen mufste, um Einbrüche zu vermeiden. Am 13. April 1901 wurde dann endlich bei 1208 m der Casanna-Schiefer erreicht, wo der Wasserzudrang aufhörte und mit der Maschinenbohrung wieder begonnen werden konnte. Auf beiden Seiten des Tunnels waren je drei Brandt'sche Bohrmaschinen in Tätigkeit.

Der Durchschlag des Tunnels erfolgte am 29. Mai 1902. Am 4. April 1903 konnte die erste Durchfahrt einer Lokomotive erfolgen.

Die Kosten des ganzen Tunnels betragen 5 600 000 M., also etwa 960 M/m.

Von der Strecke südlich des Albulatunnels von Spinas nach St. Moritz, die keine erheblichen Geländeschwierigkeiten bot, ist nichts besonderes mitzuteilen.

1 km Unterbau dieser Strecke kostet etwa 80 000 M.

Die Kosten des Unterbaues der ganzen Albulabahn betragen 14 275 200 M. oder 230 400 M/km.

Der Oberbau hat Flufseisen-Querschwellen, nur im Albulatunnel kamen nach den im Gotthard- und Arlberg-Tunnel gemachten Erfahrungen getränkte Eichenschwellen zur Anwendung.

Die Hochbauten sind, mit Ausnahme der Stationen im Engadin, aus Holz hergestellt.

Die Lokomotiven sind bogenbewegliche Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven.

Zum Schlusse ist noch des Mannes zu gedenken, der sich schon bei der Ausarbeitung des Entwurfes sehr verdient gemacht und der die Oberleitung über den ganzen Bau der Albulabahn geführt hat, des Oberingenieurs Hennings aus Kiel. Seine Verdienste um das Zustandekommen und die erfolgreiche Ausführung der Bahn haben zu seiner Berufung an die technische Hochschule in Zürich geführt. Möge Professor Hennings, dem ich bei der Besichtigung der Bahn und dem Zustandekommen meines Vortrages zu grofsem Danke verpflichtet bin, noch recht lange der Technik erhalten bleiben.

Verbesserungen am Holzquerschwellen-Oberbau.

Zu den Mitteilungen Rambachers unter dieser Überschrift*), in denen ein Vergleich seiner Vorschläge mit dem der Verdübelung der Schwellen durch Hartholzdübel enthalten ist, teilen die »Dübelwerke«, G. m. b. H. in Charlottenburg die nachstehenden Äufserungen zweier Bahnverwaltungen zur Bewährung der Dübel mit, die wir hier im Wortlaute folgen lassen.

Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn. Oberbaudienst. — Melun, den 30. April 1907.

Wir beehren uns, Ihnen mitzuteilen, dafs wir heute die von Herrn Chefingenieur Cartault erbetenen drei verdübelten Schwellen nach Deutschland befördert haben.

Diese drei Musterschwellen sind aufs Geratewohl aus der Versuchstrecke bei Kilometer 40 der Hauptlinie Paris-Lyon entnommen, wo 250 mit Teeröl getränkte Kiefernschwellen zunächst im Jahre 1887 neu verlegt und dann im Jahre 1895 ausgewechselt, mit je 8 Dübeln versehen und wieder eingebaut wurden.

Der Versuch hat in jeder Hinsicht ausgezeichnete Ergebnisse gezeitigt, was zum Teil darauf zurückzuführen ist, dafs nur Dübel aus gut getrocknetem Holze verwendet wurden, die mit der erforderlichen Sorgfalt eingezogen worden sind. Alle Dübel haben sich tadellos in den Schwellen gehalten, ebenso die Schwellenschrauben im Dübel.

Die Erhaltung der Schwellen ist eine vollkommene.

Die Unterlageplatten haben sich fast kaum eingedrückt, höchstens 2 bis 3 mm.

Nach unserer Schätzung werden diese Schwellen mindestens 22 Jahre verwendbar sein, 8 Jahre ohne und 14 Jahre mit Dübeln.

gez. Cochin, Streckenvorstand.

Grofsherzogliche Eisenbahn-Direktion. — Oldenburg, 24. Juni 1907.

Auf Ihren Wunsch teilen wir nachstehend das Ergebnis der am 11. Juni vorgenommenen Besichtigung der verdübelten Schwellen in den gekrümmten Gleisen der Strecke Oldenbrok-Brake mit.

Das Gleis dieser Strecke ist in scharfen Sand gebettet, der Bahnuntergrund besteht aus weichem Moor- oder Klei-Boden. In den gekrümmten Gleisen von 500 bis 3000 m Halbmesser sind im Jahre 1901 zur Beseitigung der aufgetretenen Spurerweiterungen die alten kiefernen Schwellen verdübelt worden, die im Jahre 1894 mit Zinkchloridlösung getränkt und verlegt worden sind.

Diese Schwellen haben sich nach der Verdübelung gut gehalten, die Unterlageplatten haben sich in die Schwellenoberkanten nicht eingedrückt, die Spurweite des Gleises ist unverändert geblieben und sonstige Verschiebungen und Verdrückungen der Unterlageplatten sind nicht bemerkt worden.

Die Schwellenschrauben safsen fest in den Dübeln und seither ist ein Nachdrehen nicht, oder nur in geringem Mafse nötig geworden. gez. Dittmann.

Dem gegenüber gibt Rambacher an, dafs er auf eichenen Einsätzen in vier Jahren Platteneindrückungen bis 10 mm beobachtet habe.

*) Organ 1907, S. 163.



Nachruf.

Sir Benjamin Baker †.

(The Engineer 1907, Mai, S. 524. Mit Abb.; Engineering 1907, Mai. S. 685. Mit Abb.)

Sir Benjamin Baker ist am 19. Mai 1907 in Bowden Green, Pangbourne, gestorben. Durch seinen Tod haben die englischen Ingenieure einen ihrer berühmtesten Fachgenossen verloren. Er wurde am 31. März 1840 in Tondu, Glamorganshire, geboren, ist also nur 67 Jahre alt geworden. Im Alter von 16 Jahren trat er bei Price und Fox auf den Neath-Abbey-Eisenwerken in Süd-Wales in die Lehre und blieb hier bis 1860. Dann verbrachte er zwei Jahre als Gehülfe von W. Wilson, welcher damals mit der Errichtung der Victoria-Station und der Grosvenor-road-Eisenbahnbrücke beschäftigt war. Im Jahre 1862 verband er sich mit dem verstorbenen Sir John Fowler*), mit welchem er bis zu dessen im Jahre 1898 erfolgten Tode zusammen arbeitete.

Zu dieser Zeit war Fowler mit dem Baue der ersten Stadtbahn Londons, nach St.-John's-Wood beschäftigt. Baker verbrachte die sieben Jahre von 1862 bis 1869 bei Fowler im Arbeitzimmer. Seine freie Zeit verwendete er zum Studium der theoretischen Mechanik, woraus zwei Abhandlungen über »Weitgespannte Brücken« und »Die Festigkeit der Stäbe« entstanden. In den im Jahre 1867 veröffentlichten »Weitgespannten Brücken« wurde in der englischen Litteratur zuerst die Möglichkeit der Kragträger-Brückenbauart mit Mittelträger, welche später bei der Forth-Brücke angewendet wurde, einer genauen Prüfung unterzogen.

Im folgenden Jahre wurde »Die Festigkeit der Stäbe« veröffentlicht. Die Tatsache, dafs volle eiserne Stäbe eine gröfsere Bruchspannung haben als ihrer durch einen Längszug bestimmten Zugfestigkeit entspricht, war lange bekannt, und Baker zog in der »Festigkeit der Stäbe« einen Vergleich zwischen den Ergebnissen des Versuches mit verschiedenen Stabformen und den nach der gewöhnlichen Theorie berechneten. Auf diese Weise erhielt er eine Reihe von Zahlen, durch welche die wirkliche Querspannung eines Stabes von beliebigen Abmessungen mit grofser Genauigkeit vorhergesagt werden konnte. So konnte er zum Beispiel berechnen, dafs ein Rohr eine geringere Bruchspannung hat, als nach den mit vollen Stäben desselben Stoffes erhaltenen Ergebnissen angenommen werden konnte.

Das Widerstandsmoment der von Fowler für die Stadtbahn angenommenen Schiene bestimmte Baker zeichnerisch, ein Weg, welcher jetzt in jedem Buche der angewandten Mechanik zu finden ist.

Baker griff hier noch in Bezug auf einen andern Punkt neuen Ansichten vor. Er beobachtete, dafs sich beim Befahren einer Schienenlänge durch eine Lokomotive der Oberbau als ein Ganzes senkte und seine ursprüngliche Lage wiedererhielt, wenn die Räder die Schiene verliefsen. Er machte demgemäfs darauf aufmerksam, dafs es ein Irrtum war, eine Schiene mit einem gewöhnlichen durchgehenden Träger auf festen Stützen zu vergleichen. In dieser Abhandlung wurde auch der grofse Nachteil des Punzens harter Stahlplatten klargelegt, was auf die spätere Ausführungsweise im Ingenieurwesen bedeutenden Einflufs hatte.

*) Organ 1899, S. 16.

Von den andern von Baker verfafsten zahlreichen Abhandlungen seien hier die über »Die Festigkeit des Ziegelmauerwerkes« und über »Stadtbahnen« erwähnt. Die »Festigkeit des Ziegelmauerwerkes« war im wesentlichen eine Einrede gegen den von vielen Verfassern von Aufsätzen über angewandte Mechanik gemachten Vorschlag, in allen Berechnungen über die Festigkeit des Ziegelmauerwerkes die Zugfestigkeit des Zementes zu vernachlässigen.

In der Abhandlung über »Stadtbahnen« wurden zum erstenmal die »Zeit- und Geschwindigkeitslinien« gezogen. Die Kraftersparnis, welche durch hohe Beschleunigung und Abwärtsfahren mittels der Schwerkraft erlangt werden konnte, wurde klargestellt und die Unmöglichkeit, bei sehr nahe beieinander liegenden Haltestellen eine hohe Fahrplangeschwindigkeit zu erhalten, unstreitig festgestellt. Hier werden auch die Vorteile der Anlage aller Haltestellen einer Stadtbahn auf Neigungsrücken gezeigt, eine Anordnung, welche in späteren Jahren für die von Baker in Gemeinschaft mit Fowler und Greathead gebaute City-Süd-London-Bahn, der ersten Röhrenbahn, angenommen wurde.

Im Jahre 1869 wurde Baker von Fowler der Bau der Bahn von Westminster nach der City anvertraut, eine besonders schwierige und kostspielige Arbeit.

Im Jahre 1881 wurde Fowler und Baker die Ausführung der Forth-Brücke übertragen, welche Baker entworfen hatte. Die Forth-Brücke hat mit 521,208^{m} die gröfste Spannweite aller bis dahin gebauten Brücken. Die Ausführung der Forth-Brücke nahm sieben Jahre in Anspruch. Das Gewicht ihres eisernen Überbaues beträgt 52000 t, die von ihr bedeckte Fläche hat 14 ha Inhalt. Die Kosten belaufen sich auf ungefähr 50 Millionen Mark.

Baker baute in Gemeinschaft mit Fowler die Zentral-London-Bahn, bei der die Anordnung der Haltestellen auf Neigungsrücken noch weiter durchgeführt wurde, als bei der City-Süd-London-Bahn, mit dem Erfolge, dafs zum erstenmal auf einer Stadtbahn eine ziemlich hohe Geschwindigkeit gesichert war. Er war auch beratender Ingenieur für die Baker-Street-Waterloo-Bahn.

Für die Ausführung des Hudson-Flufs-Tunnels in Neuyork entwarf Baker eine besondere Schildform. Dieser Schild war mit Querwänden versehen, welche die ganze Fläche in Kammern teilten, deren jede nötigen Falles ebenso benutzt werden konnte wie eine Taucherglocke.

Das gröfste Bauwerk, bei welchem Baker in den letzten Jahren beteiligt war, ist unzweifelhaft der Nil-Damm bei Assuan. Baker war Mitglied des Ausschusses, welcher Form und Lage des Dammes endgültig bestimmte, er wurde zum beratenden Ingenieur für die Wasserwerke ernannt. Die Ausführung des Bauwerkes wurde im Jahre 1898 begonnen und im Jahre 1902 vollendet. Das Wasserbecken erstreckt sich im Sommer bis Ibrim

auf eine Entfernung von 230 km. Der Rauminhalt beträgt 1165000000 cbm.

Die Pläne zu einer Erhöhung und Verstärkung dieses Bauwerkes, wodurch der Rauminhalt des Wasserbeckens verdoppelt wird, sind von Baker aufgestellt und von der ägyptischen Regierung angenommen worden.

Baker baute in Gemeinschaft mit Sir John Wolfe Barry die Avonmouth-Docks, ferner die Walney-Brücke der Barrow-in-Furness-Bahn, welche 335 m lang ist und eine elektrisch betriebene bewegliche Öffnung nach der Scherzer-Bauart*) hat.

Baker war in Gemeinschaft mit Frederick Shelford beratender Ingenieur für die westafrikanischen Eisenbahnen. Er war auch beratender Ingenieur beim Amte der öffentlichen Arbeiten der Kapkolonie und hat viele Jahre alle eisernen Brücken in dieser Kolonie gebaut.

In Gemeinschaft mit F. Stileman war er zur Zeit seines Todes mit der schwierigen Aufgabe beschäftigt, den Eingang des Buccleugh-Docks in Barrow von 24,38 m auf 30,48 m zu erweitern, einschliefslich des Ersatzes der bestehenden Drehbrücke durch eine Scherzer-Brücke. Die Schwierigkeit dieser Arbeit wird noch dadurch erhöht, dafs jede Störung des Strafsen-, Eisenbahn- und Dockverkehres vermieden werden mufs. In Gemeinschaft mit James Otway baute er die Rosslare-Waterford-Bahn. Auf seiner Strecke befanden sich zwei grofse Talbrücken über den Suir und den Barrow. Die letztere mufste 30,5 m unter Niedrigwasser gegründet werden.

Baker gehörte eine Zeitlang dem Kleinbahn-Ausschusse des Handelsamtes an und teilte mit dem verstorbenen Sir Frederick Bramwell die Auszeichnung, eines der beiden Zivil-Mitglieder des Artillerie-Ausschusses zu sein. Er nahm auch regen Anteil an den Angelegenheiten der Royal Institution.

Baker war eines der ersten Mitglieder des Engineering-Standards-Ausschusses. Er war nicht nur Mitglied des Hauptausschusses, sondern auch des Finanzausschusses, und war Vorsitzender des Teilausschusses für Brücken und Bauverband.

Für seine Verdienste um die Forth-Brücke und den Nil-Damm bei Assuan wurden ihm hohe Auszeichnungen verliehen. Für die letztgenannten Verdienste wurde er auch vom Khedive ausgezeichnet. Er war Mitglied der Royal Society und bei seinem Tode Vicepräsident dieser Körperschaft. Im Jahre 1895 war er Präsident der Institution of Civil Engineers. Er safs ferner im Rate der Institution of Mechanical Engineers. Von den Universitäten Cambridge und Edinburg wurde er durch Ehrengrade ausgezeichnet und war Honorary Master of Engineering der Universität Dublin. Er war Ehrenmitglied der amerikanischen Society of Civil Engineers, der amerikanischen Society of Mechanical Engineers und der kanadischen Society of Engineers. Ferner wurde ihm der Poncelet-Preis der französischen Akademie der Wissenschaften zuerkannt.

Sein Verlust läfst eine nicht leicht auszufüllende Lücke in den Reihen der grofsen Ingenieure, denen die Menschheit so viel zu verdanken hat. Diejenigen, welche ihn näher kannten, werden seiner immer als eines treuen Freundes und als eines hochherzigen, in der bescheidensten Weise wohltätigen Mannes gedenken.

Baker war unverheiratet und wohnte mit seiner Schwester, Frau Kemp, und ihrer Tochter in Bowden Green, Pangbourne, wo er sich als grofser Naturfreund in die ländliche Ruhe zurückzog. B—s.

*) Organ 1900, S. 93; 1906, S. 62.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Oberbau.

Haftkraft der Hakennägel und Schwellenschrauben in den Schwellen.

(Railroad Gazette 1907, April, Band XLII, S. 580. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 bis 7 auf Tafel XLV.

Zur Vergleichung der Haftkraft von gewöhnlichen Hakennägeln, Rillennägeln und Schwellenschrauben in Schwellen aus hartem und weichem Holze sind Proben mit folgenden Nägeln und Schrauben ausgeführt.

1. Gewöhnliche Hakennägel 0,275 kg schwer (Abb. 4, Taf. XLV).

2. Gewöhnliche Schwellenschrauben 0,535 kg schwer (Abb. 5, Taf. XLV).

3. Rillennägel 0,227 kg schwer ungefähr von der Form der gewöhnlichen Nägel, aber an der der Schiene abgewendeten Seite mit Längsrille (Abb. 6, Taf. XLV).

4. Illinois-Zentral-Schrauben, 0,535 kg schwer (Abb. 7, Taf. XLV).

Der einzige Unterschied zwischen den beiden Formen von Schwellenschrauben besteht in der Endigung des Gewindes unter dem Kopfe.

Zur Ausführung der Proben wurden die Nägel in der üblichen Weise bis zu einer Tiefe von 127 mm in die Schwelle getrieben. Für die Schrauben wurde zunächst ein Loch des Kerndurchmessers gebohrt und die Schraube dann bis zur Tiefe der Nägel niedergeschraubt. Kein Nagel und keine Schraube wurden zweimal benutzt. Zum Greifen und Herausziehen der Nägel und Schrauben waren besondere eiserne Klauen hergestellt. Die Schwelle wurde oben auf den festen Kopf einer Prüfmaschine gelegt, so dafs der Kopf des Nagels oder der Schraube in die in der Mitte des Maschinenkopfes befindliche Öffnung hineinragte. Dann wurde die Ausziehvorrichtung unter den Kopf des Nagels oder der Schraube gesteckt und ihr Schenkel an dem beweglichen Maschinenkopfe befestigt. Durch das Heruntergehen des beweglichen Kopfes wurde der Nagel oder die Schraube herausgezogen.

Die Ergebnisse der Proben sind in den Zusammenstellungen I bis VI mitgeteilt.



Zusammenstellung I.

Haftkraft gewöhnlicher Nägel und der Schwellenschrauben.

Holzart	Beschaffenheit des Holzes	Haftkraft Gewöhnlicher Nagel kg	Haftkraft Schwellenschraube kg	Verhältnis
Weifse Eiche . . .	Teilweise ausgetrocknet	3153	5909	1,88
Eiche, wahrscheinlich rot	Ausgetrocknet	1970	5098	2,61
Kiefer	Ausgetrocknet	1665	3514	2,11
Harter Catalpabaum .	Grün	1462	3757	2,56
Gemeiner Catalpabaum	Grün	1310	3148	2,42
Kastanie	Ausgetrocknet	1352	4272	3,15

Zusammenstellung II.

Haftkraft der Rillennägel, der Schwellenschrauben und der gewöhnlichen Nägel in feucht gedämpften kiefernen Schwellen.

Rillennagel . . . . . . 1819 kg
Schwellenschraube . . . . 2987 „
Gewöhnlicher Nagel . . . . 1619 „

Zusammenstellung III.

Haftkraft der Illinois-Zentral-Schrauben, der gewöhnlichen Schwellenschrauben und der gewöhnlichen Nägel in ausgetrocknet gedämpften kiefernen Schwellen.

Illinois-Zentral-Schraube . . . 3216 kg
Gewöhnliche Schwellenschraube . . 3150 „
Gewöhnlicher Nagel . . . . 1585 „

Zusammenstellung IV.

Haftkraft der Schwellenschrauben, der gewöhnlichen Nägel und der Rillennägel in ausgetrockneten und feuchten Schwellen.

Beschaffenheit des Holzes	Haftkraft Schwellenschraube kg	Haftkraft Gewöhnlicher Nagel kg	Haftkraft Rillennagel kg
Ausgetrocknet — Natürlich . . .	3514	1632	—
Ausgetrocknet — Gedämpft . . .	3150	1585	—
Feucht — Gedämpft	2987	1619	1819

Nach Zusammenstellung I haben die Schrauben eine zwei- bis dreimal so grofse Haftkraft, wie die Nägel. Der Vorzug der Schraube ist bei den weicheren Hölzern entschiedener.

Zusammenstellung II zeigt, dafs die Rillennägel in feuchtem Kiefernholze ungefähr 60 % der Haftkraft der Schrauben haben und eine ungefähr 12 % gröfsere Haftkraft, als gewöhnliche Nägel. Wegen der Rille verzerren sie die Holzfaser weniger, als die gewöhnliche Art.

Zusammenstellung III zeigt, dafs in Kiefernholz die Illinois-Zentral-Schrauben und die gewöhnlichen Schrauben in Wirklichkeit dieselbe Haftkraft haben. Diese ist ungefähr doppelt so grofs, wie die der gewöhnlichen Nägel.

Zusammenstellung IV zeigt, dafs die Haftkraft in ausgetrockneten Schwellen gröfser ist, als in gedämpften Schwellen.

Zusammenstellung V zeigt, dafs die Haftkraft der gewöhnlichen Hakennägel in einer knorrigen Schwelle ungefähr 25 % geringer ist, als in einer reinen, während die Haftkraft der Schwellenschrauben in einer knorrigen Schwelle 35 % gröfser ist, als in einer reinen.

Zusammenstellung VI zeigt, dafs die Haftkraft in einer natürlichen und in einer vier Stunden lang bei 2,1 at Spannung gedämpften Schwelle ungefähr dieselbe ist. Ein vier Stunden langes Dämpfen der Schwelle bei weniger als 2,1 at scheint die Haftkraft der Nägel und Schrauben zu vergröfsern, während ein mehr als vier Stunden langes Dämpfen bei 1,4 at sie verringert. In gedämpften und mit Teeröl oder Zinkchlorid getränkten Schwellen scheint die Haftkraft geringer zu sein, als in einfach gedämpften. B—s.

Zusammenstellung V.

Haftkraft der gewöhnlichen Nägel und der Schwellenschrauben in ausgetrockneten reinen und knorrigen kiefernen Schwellen.

Beschaffenheit des Holzes	Haftkraft Gewöhnlicher Nagel kg	Haftkraft Schwellenschraube kg
Rein	1572	3257
Knorrig	1186	4428

Zusammenstellung VI.

Haftkraft der Schwellenschrauben und der gewöhnlichen Nägel in gedämpften, getränkten und natürlichen kiefernen Schwellen.

Behandlung der Schwellen	Haftkraft Schwellenschraube kg	Haftkraft Gewöhnlicher Nagel kg
Dampf, 4 St. bei 0,7 at . .	4166	1807
„ 4 „ „ 1,4 „ . .	3642	1788
„ 4 „ „ 2,1 „ . .	3517	1574
„ 4 „ „ 2,8 „ . .	3270	1271
„ 4 „ „ 3,5 „ . .	2828	1147
„ 2 „ „ 1,4 „ . .	3440	1528
„ 6 „ „ 1,4 „ . .	2919	1289
„ 10 „ „ 1,4 „ . .	2954	1253
Gedämpft und mit Teeröl getränkt	2395	1110
Gedämpft und mit Zinkchlorid getränkt	2648	1205
Natürlich	3514	1632

Bahnhofs-Einrichtungen.

Das Graham-Flanschherzstück.

(Railroad Gazette 1907, April, Band XLII, S. 527. Mit Abb.)

Durch die Verwendung des Graham-Flanschherzstückes wird die Leitschiene gegenüber der Schienenkreuzung vermieden. Der Radflansch wird über die Herzstückspitze durch die äufsern Flanschschienen geleitet, welche die Oberkante der Fahrschienen weit genug überragen, um eine Führung für die Aufsenkante des Radreifens zu bilden. Diese Flanschschienen reichen so weit über die Herzstückspitze hinaus, dafs der Flansch in die richtige, der Fahrrichtung entsprechende Rille einlaufen



mufs. Das Herzstück ist aus Schienenstücken und geeigneten Füllstücken stark gebaut, und das Ganze mit schweren Bolzen verbolzt; mit Rücksicht auf übermäfsige Abnutzung der Flanschschienen sind Ausgleich-Füllstücke vorgesehen. Der Hauptvorzug dieses Herzstückes ist, dafs es eine wirkliche Führung für das Rad selbst, und nicht erst auf dem Umwege vom Radlenker des andern Rades durch die Achse vorsieht. Die letztere, übliche Art der Führung ist der vielen Stellen elastischer Nachgiebigkeit und der Spielräume wegen erheblich unsicherer. Auch ist es schwierig, die Leitschienen in der richtigen Lage zu erhalten, und das beständige Wiederverlegen und Wiederbefestigen erfordert bald die Erneuerung der betreffenden Schwellen. Ein anderer Einwand gegen die Leitschiene ist, dafs ein Drehgestell leicht eckt; wenn es so über ein Herzstück hinweggeht, so wird es durch die Leitschiene in seine richtige Stellung zurückgebracht. Dies setzt die Leitschiene und die Radflanschen Drücken aus, die hoch sind und Brechen der Flanschen oder Abnutzung der Schienen zur Folge haben.

B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Bezeichnung der Lokomotiv-Achsanordnungen.

Nachdem der Technische Ausschufs des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen in die Verhandlung der Frage eingetreten ist, wie die jetzt bei uns gebräuchliche Bezeichnungsweise der Achsanordnung der Lokomotiven durch einen Bruch zweckmäfsiger und deutlicher gestaltet werden kann, bringen wir als Unterlage eine Zusammenstellung der vorhandenen Anordnungen nach den amerikanischen Benennungen, mit Skizze der Achsenfolge, wobei das Vorderende links zu denken ist, nach der amerikanischen Zahlenbezeichnung, nach der bisherigen deutschen Bezeichnung, und nach der Bezeichnungsweise, die wir seit Beginn 1907 im »Organ« verwendet haben*). In den Skizzen der Achsanordnungen bedeutet ein

*) Die Unterlagen der Zusammenstellung entstammen der Schrift: „Der Bau einer modernen Lokomotive“ von Grimshaw, Hannover, Selbstverlag.

Zusammenstellung.

Amerikanische Benennung	Skizze der Achsanordnung	Amerikanische Zahlenbezeichnung	Deutsche Bezeichnung: alt, Bruchform	Deutsche Bezeichnung: Organ 1907
1.	2.	3.	4.	5.
Vierräderig	vorn OO hinten	040	2/2	0. B. 0
Sechsräderig	OOO	060	3/3	0. C. 0
Gelenklokomotive	OO OO	0440	2×2/2	0. B. 0, 0. B. 0.
Gelenklokomotive	OOO OOO	0660	2×3/3	0. C. 0, 0. C. 0
Gelenklokomotive	oOO OO	2440	2/3 + 2/2	1. B. 0, 0. B. 0
Achträderig	OOOO	080	4/4	0. D. 0
Vier gekuppelte Triebräder	oOO	240	2/3	1. B. 0
„Mogul“	oOOO	260	3/4	1. C. 0
„Consolidation“	oOOOO	280	4/5	1. D. 0
„Decapod“	oOOOOO	2—10—0	5/6	1. E. 0
„American“	ooOO	440	2/4	2. B. 0
Zehnräderig	ooOOO	460	3/5	2. C. 0
Zwölfräderig	ooOOOO	480	4/6	2. D. 0
Viergekuppelt	OOo	042	2/3	0. B. 1
Sechsgekuppelt	OOOo	062	3/4	0. C. 1
Achtgekuppelt	OOOOo	082	4/5	0. D. 1
„Forney“, viergekuppelt	OOoo	044	2/4	0. B. 2
„Forney“, sechsgekuppelt	OOOoo	064	3/5	0. C. 2
„Forney“, viergekuppelt	OOooo	046	2/5	0. B. 3
„Forney“, sechsgekuppelt	OOOooo	066	3/6	0. C. 3
„Columbia“	oOOo	242	2/4	1. B. 1
„Prairie“	oOOOo	262	3/5	1. C. 1
Achtgekuppelt	oOOOOo	282	4/6	1. D. 1
Zehngekuppelt	oOOOOOo	2—10—2	5/7	1. E. 1
Viergekuppelt	oOOoo	244	2/5	1. B. 2
Sechsgekuppelt	oOOOoo	264	3/6	1. C. 2
Achtgekuppelt	oOOOOoo	284	4/7	1. D. 2
Sechsgekuppelt	oOOOooo	266	3/7	1. C. 3
„Atlantic“	ooOOo	442	2/5	2 B. 1
„Pacific“	ooOOOo	462	3/6	2. C. 1
Viergekuppelt, doppelendig	ooOOoo	444	2/6	2. B. 2
Sechsgekuppelt, doppelendig	ooOOOoo	464	3/7	2. C. 2
Viergekuppelt, doppelendig	ooOOooo	446	2/7	2. B. 3

grofser Kreis eine Trieb- oder Kuppel-Achse, ein kleiner eine Laufachse, Trennung der Achsen in Gruppen deutet die Verteilung in gelenkig verbundene Rahmengestelle an.

Die Spalte 5 der Zusammenstellung zeigt, dafs die leicht »sprechbare« Bezeichnungsweise des »Organ« einheitlich durchführbar ist, und gegenüber keiner der heute vorhandenen Achsanordnungen versagt, die amerikanische Zahlenbezeichnung in Spalte 3 ist zwar bei den einfacheren Lokomotiven kurz, sie ist auch in Form einer drei- oder vierstelligen Zahl leicht zu sprechen, sie läfst aber namentlich bei den Lokomotiven mit gelenkigen Rahmen nicht unzweifelhaft erkennen, wo die Triebachsen liegen, und sie mufs überhaupt wesentlich durchbrochen werden, sowie eine Achsgruppe die Zahl von 5 Achsen erreicht, weil 10 nicht mehr in einem Zahlzeichen zu geben ist. Leistungsfähiger würde die amerikanische Zahlenbezeichnung werden, wenn man statt der Räder die Achsen zählte.

Die alte deutsche Bezeichnung gibt zu weitgehenden Zweifeln und Mifsverständnissen Anlafs, wie Spalte 4 deutlich zeigt; derselbe Bruch bezeichnet grundsätzlich verschiedene Achsanordnungen.

Betrieb.

Maschinenbetrieb im neuen preufsisch-russischen Grenzbahnhofe Skalmierzyce.

Im Vereine deutscher Maschineningenieure berichtete Regierungsbaumeister Martens aus Posen über den Bau und Betrieb des neuen preufsisch-russischen Grenzbahnhofes Skalmierzyce in maschinentechnischer Beziehung.*) Am 28. Oktober 1906, dem Anfangstage des russischen Winter-Fahrplanes, ist die neue Verbindungstrecke Skalmierzyce-Szcypiorno-Kalisch in Betrieb genommen, und damit eine wichtige Verkehrstrafse zwischen Deutschland und Rufsland geschaffen, welche die Entfernung von Berlin und Breslau bis Warschau nicht unerheblich abkürzt und mit der neuen Schnellzugstrecke Skalmierzyce-Lissa i. P. eine durchgehende Reiseverbindung zwischen dem mittlern West-Rufsland und Mittel- und West-Deutschland über Lissa-Sagan-Halle herstellt. An der Verbindungstrecke von 6,55 km Länge liegt in einer Entfernung von kaum 3 km von Skalmierzyce der russische Güterbahnhof Szcypiorno. Der Betrieb regelt sich gemäfs Staatsverträgen in folgender Weise. Die preufsischen Schnell- und Personen-Züge durchfahren Szcypiorno und endigen in Kalisch, während die preufsischen Güterzüge nur bis Szcypiorno fahren, wo Übergabe und Verzollung der von Deutschland kommenden Güter erfolgt. Die russischen Personen- und Güter-Züge fahren bis Skalmierzyce, wo die Übergabe und Verzollung der von Rufsland kommenden Güter erfolgt. Die Vollzüge fahren als Leerzüge über die Grenze zurück. Preufsischerseits ist jedoch für den Nahverkehr Kalisch-Ostrowo ein Zugpaar für Hin- und Rückfahrt zur Personenbeförderung eingerichtet. Für den Ortsgüterverkehr von Kalisch wird vom Vertrage abgewichen, insofern von Deutschland kommende für Kalisch, Ort, bestimmte Güter in deutschen Güterwagen bis Kalisch durchlaufen, falls sie nicht nach den russischen Zollvorschriften in Szcypiorno umgeladen werden müssen. Umgekehrt dürfen deutsche Güterwagen für den Verkehr von Kalisch, Ort, nach Deutschland verwendet werden. Diese Eigenart des Betriebes bedingt für den preufsischen Grenzbahnhof eine besondere Anlage. Als Übergangsbahnhof ist er für die russischen Züge Endbahnhof, für die preufsischen Züge hingegen Durchgangsbahnhof, und diesen beiden Verkehrsarten entsprechend ist er durchgebildet. Von weiterm Einflusse auf die Gestaltung ist die um 89 mm weitere russische Spur. Der Bahnhof ist rund 1,3 km zwischen den Endweichen lang; er erstreckt sich von Nord nach Süd und wird durch das Empfangsgebäude in eine West- und eine Ost-Seite getrennt. Von besonderer Schwierigkeit war die Lösung der Frage der Beleuchtung. Diese erfolgt durch Luftgas, das als Aerogengas oder Benoidgas eine grofse Bedeutung gewonnen hat. Die Ausführung wurde dem Werke für Benoidgasanlagen von Thiemen und Töwe in Halle a/S. übertragen. Für die Beleuchtung der Gleise sind 17 Keros-Lampen von 700 N.K. von Hugo Schneider A.-G. in Paunsdorf bei Leipzig aufgestellt.

*) Ausführlich in Glasers Annalen.

Elektrische Eisenbahnen.

Schneeprobe der Triebwagenzüge der Neuyork-Zentral-Bahn.

(Railroad Gazette 1907, Februar, Band XLII, S. 211. Mit Abb.)

Der schwere Schneesturm am 4. und 5. Februar bot eine gute Gelegenheit, den neu eingeführten elektrischen Vorstadt-Zugdienst der Neuyork-Zentral-Bahn zu erproben. Der Sturm begann am Morgen des 4. Februar, in der Nacht waren ungefähr 10 cm Schnee gefallen, ein starker Wind trieb den Schnee zusammen. Der Sturm hielt bis zum folgenden Nachmittage an, wo die amtlichen Aufzeichnungen einen Schneefall von 272 mm anzeigten. Rohe Schätzungen gaben den Fall auf 305 mm auf der wagerechten Fläche an, aber an vielen ungeschützten Stellen waren die Schneewehen 0,61 bis 1,22 m hoch. Der Zugdienst der meisten von Neuyork ausgehenden Linien wurde am Morgen des 5. Februar eine bis drei Stunden aufgehalten.

Auf den elektrisch betriebenen Strecken der Neuyork-Zentral-Bahn, unterhalb High Bridge auf dem Hudson-Teile und Wakefield auf dem Harlem-Teile, zeigten die Fahrberichte keine Verspätungen von mehr als drei oder vier Minuten, und diese waren dem langsamen Arbeiten der Stellwerksanlagen zuzuschreiben, welche schwer freizuhalten waren. Die elektrischen Triebwagenzüge verkehrten stets fahrplanmäfsig, kein Versagen irgend welcher Art wurde berichtet. Der Schnee bedeckte stellenweise die Stromschiene vollständig, die unter der Schiene

gleitenden Schuhe*) schnitten aber eine Rinne unter der Schiene aus und gaben vollkommenen Stromschlufs. Schienenräumer fuhren nicht, weil die zahlreichen Weichen unterhalb High Bridge das Niederlassen der Blätter auf das Gleis unmöglich machten.

B—s.

Die Oberleitung der Neuyork-New-Haven-Hartford-Bahn.

(Railroad Gazette 1907, Februar, Band XLII, S. 220. Mit Abb.)

Für die Oberleitung der Neuyork-New-Haven-Hartford-Bahn ist die Doppelketten-Bauart verwendet. Sie besteht aus zwei Stahlkabeln, welche den kupfernen Fahrdraht in Abständen von 3,048 m mittels Drähten tragen, von denen jeder die beiden Stahlkabel unter sich und mit dem Fahrdrahte verbindet und so ein Dreieck bildet. Der Fahrdraht wird an diesen Dreiecken durch Klammern gehalten, welche den Draht in seitlichen Nuten greifen. Die tragenden Brücken stehen in Abständen von ungefähr 90 m; der Durchhang der tragenden Kabel zwischen diesen beträgt ungefähr 15 cm, während der Fahrdraht fast wagerecht ungefähr 6,7 m über dem Gleise gehalten wird. Die Tragkabel sind auf schweren stromdichten Lagern auf den Brücken befestigt, der Fahrdraht geht unterhalb durch und ist nur an den Dreiecken aufgehängt. Der Fahrdraht und die Tragkabel sind mechanisch und elektrisch verbunden. Die Oberleitung läuft zwischen je zwei Brücken in einem kleinen Winkel zur Gleisrichtung, sodafs sie im Zickzack liegt und an jeder Brücke einige Zentimeter von der Mittellinie abweicht. Hierdurch wird die Abnutzung am Stromabnehmer der Lokomotive ausgeglichen. Der verwendete Strom hat eine Spannung von 11000 Volt.

B—s.

Die Pariser Stadtbahn.**)

(Nouvelles Annales de la Construction 1905, Juli, S. 97, August, S. 113; 1906, Januar, S. 1, März. S. 37, April, S. 49; 1907, Januar, S. 1, Februar, S. 17. Mit Abb.)

Beleuchtung. — Die Lichtleitung umfafst zwei getrennte und unabhängige Stromkreise, von denen jeder eine Seite der Linie versorgt, und der eine gegen Unfälle besonders geschützt ist. Die Spannung des Beleuchtungsstromes ist an keiner Stelle geringer als 550 Volt, so dafs jede der in Gruppen von je fünf in Reihe geschalteten Lampen ein Spannungsgefälle von 110 Volt hat.

Die ungeschützte Lichtleitung ist so angeordnet, dafs sie während der Betriebsunterbrechung sowohl zur Erleuchtung der Wagen, als auch als Fahrdraht bei Unterhaltungsarbeiten benutzt werden kann.

Jedes unterirdische Signal wird durch eine Lampe erleuchtet, die entweder mit vier Lampen des Tunnels oder einer Bahnhof-Stirnmauer in Reihe geschaltet ist; die Signale der offenen Strecken werden durch je eine Reihe von fünf Lampen erleuchtet. Aufserdem befindet sich in jedem Signale eine andere Reihe von fünf Lampen als Hülfsbeleuchtung.

*) Organ 1906, S. 238.

**) Organ 1896. S. 185; 1899, S. 153; 1900, S. 288; 1904, S. 139; 1905, S. 146; 1906, S. 207.

Auf der Untergrundbahn sind vor jeder Abzweigung in Abständen von 5 m fünf Ergänzungslampen angeordnet.

Die Speiseleitungen sind auf jeder Seite der Bahnhöfe durch Unterbrecher abgeteilt; die Anzündung und Auslöschung der Hälfte einer Seite des zwischen zwei Bahnhöfen liegenden Tunnels und eines Halbbahnsteiges wird von einer einzigen, an jedem Bahnhofsende liegenden Stelle aus bewirkt.

Die die Hülfsbeleuchtung speisenden Zellenreihen der Unterstationen sind an der Leitung hintereinander aufgestellt und können sich daher gegenseitig ergänzen, falls eine von ihnen beschädigt ist. Ein Stromwender gestattet auch im Falle der völligen Zerstörung der Schaltbretter der Unterstationen die Hülfsbeleuchtung zu sichern. Die Beleuchtung umfafst:

1. für die Bahnhöfe eine erleuchtete Aufschrift des Wortes »Ausgang« über dem Ausgange jeder Treppe auf den Bahnsteigen, alle Lampen eines Bahnsteiges, die am Tunneleingange an jedem Bahnhofsende befindlichen vier Lampen und alle, oder die Hälfte der Lampen der Zugänge;

2. für den Tunnel alle an der einen Seite befindlichen Lampen.

Die geschützte Leitung besteht für die Hauptspeiseleitungen aus geschützten Kabeln, welche in einem feuerfesten, in die Bettung versenkten Rohre liegen, für die Ableitungen und Reihen des Tunnels und der Bahnhöfe aus mit Kautschuk überzogenen Drähten, welche in eisernen, in das Mauerwerk eingefügten Rohren mit stromdichtem Futter liegen.

Die ungeschützte Leitung besteht für die Hauptspeiseleitungen aus blanken Kabeln, für die Ableitungen und Reihen des Tunnels aus blanken Drähten, für die Ableitungen und Reihen der Bahnhöfe aus mit Kautschuk überzogenen Drähten auf Drahthaltern aus Porzellan.

Auf den offenen Strecken sind die Hauptspeiseleitungen alle blank, die Ableitungs- und Reihen-Drähte sind mit Kautschuk überzogen und auf Drahthalter aus Porzellan gelegt.

In den Bahnhofzugängen sind die Ableitungs- und Reihendrähte mit Kautschuk überzogen und auf Drahthalter aus Porzellan gelegt. Wird in den Bahnhofzugängen die Hälfte der Lampen durch die ungeschützte Leitung gespeist, so sind die verschiedenen Reihen derart angeordnet, dafs von zwei Lampen immer die eine durch den ungeschützten, die andere durch den geschützten Stromkreis gespeist wird.

Blocksignale. — Für die Blockung sind folgende Grundsätze beachtet.

1. Jeder Zug ist durch zwei rückliegende rote Signale gedeckt;

2. Die Signale zeigen rot oder weifs. Ist ein Signal rot, so kann es nur durch zwei sich folgende Wirkungen weifs werden, nämlich durch diejenige des Zuges, der es schon überfahren hat und es von dem zweiten vorliegenden Signale aus entblockt, und durch diejenige des Zuges, der es überfahren will und durch den unmittelbar rückliegenden Taster wirkt. Im zweiten Falle wird es durch das Befahren des ihm entsprechenden Tasters rot, und zugleich wird das zweite rückliegende Signal weifs.

Ein ein rotes Signal überfahrender Zug beeinflufst nicht den regelrechten Betrieb der rückliegenden Signale, wirkt aber auf eine Vorrichtung, welche nach dem unrechtmäfsigen Überfahren des Signales auf dem vorliegenden Bahnhofe eine Glocke ertönen läfst. Die durch den Dienstleiter nach Feststellung des Fehlers erfolgende Abstellung dieser Glocke übt auf den Betrieb der Signale keine Wirkung aus.

Fernsprecher. — Das Fernsprechnetz jeder Linie umfafst:

1. eine durchgehende Leitung;
2. Fernsprechstellen zur Verbindung von Bahnhof zu Bahnhof;
3. Fernsprechstellen nach Bauart Dardeau zur Verbindung der wichtigsten Bahnhöfe unter sich und mit dem Elektrizitätswerke in Bercy;
4. eine Fernsprechstelle nach Bauart Dardeau zur Verbindung der Unterstationen.

Lärmvorrichtungen. — Die Lärmvorrichtungen umfassen folgende Anordnungen:

1. Eine Einrichtung zur selbsttätigen Öffnung der Stromöffner der Unterstationen mit Glocke;
2. Fernsprechstellen, welche bei den Streckenblocksignalen liegen und mit den nächsten Bahnhöfen verbunden sind;
3. Fernsprechstellen, welche jede elektrische Unterstation mit dem benachbarten Bahnhofe verbinden.

Die Einrichtung zur selbsttätigen Öffnung der Stromöffner der Unterstationen mit Glocke umfafst:

in den Speisemittelpunkten Übertrager mit Zellenreihen und Glocken;

auf der Bahn gewöhnliche Läuteknöpfe in mit Glasdeckel verschlossenen, gufseisernen Kasten. Solche Knöpfe befinden sich je einer auf jedem Bahnhofe und einer alle 100 m im Tunnel.

Die Fernsprechstellen im Tunnel, welche mit den Bahnhöfen verbunden sind, sind von der Bauart Bailleux mit Glocke; sie sind bei den Streckenblocksignalen angeordnet und haben Verschlufskasten aus Eisenblech.

Feuerlöschstellen. — Auf den Bahnhöfen sind Feuerlöschstellen eingerichtet. Auf den Bahnhöfen mit einem einzigen Ausgange ist nur eine, auf denjenigen mit zwei Ausgängen ist für jeden Bahnsteig eine Stelle angeordnet.

Fahrschiene. — Die Fahrschiene ist eine Breitfufsschiene von 150 mm Höhe, 65 mm Kopfbreite, 150 mm Fufsbreite und 16 mm Stegstärke; ihr Gewicht beträgt 52 kg/m. Die schwebenden Stöfse sind durch Winkellaschen verbunden, welche auf den beiden Stofsschwellen befestigt sind. In den Bogen von weniger als 100 m Halbmesser ist längs der innern Schiene eine Leitschiene gelegt.

Stromschiene. — Die Stromschiene ist entweder eine Breitfufsschiene von derselben Art, wie die Fahrschiene, oder eine T-Schiene. Die Breitfufsschienen sind nur gelascht an den Übergängen von den Geraden in die Bogen; sonst sind sie durch Thermit verschmolzen, ebenso die T-Schienen. Freie Stöfse befinden sich auf den Hochbahnstrecken in Abständen von 250 m, auf den Untergrundstrecken in Abständen von 500 m. Die Stromschiene ruht auf den Querschwellen mit stromdichten Stühlen, die bei der T-Schiene zwei Bauarten haben, eine feste für die Geraden und eine mit Zapfen für die Bogen. Die T-Schiene ist auf dem Stuhle in der Mitte zwischen je zwei freien Stöfsen unbeweglich befestigt. Der Auszug der T-Schiene besteht im wesentlichen aus zwei Schienenenden von 1 m Länge, deren Berührungs-Querschnitte zusammen denjenigen der Stromschiene darstellen; auf eine Länge von 60 cm haben sie einen Zapfen und ein Zapfenloch, wodurch sie bei Ermöglichung einer Längsverschiebung in der Querrichtung verbunden sind. Die Schienenenden sind auf 10 cm Länge abgeschrägt, um den Übergang des Stromabnehmers von der einen zur andern Schiene ohne Stofs zu sichern.

Querschwellen. — Die Querschwellen bestehen aus Eichenholz und liegen in 92 cm, die Stofsschwellen in 54 cm Teilung; jede vierte Querschwelle trägt die Stromschiene. Die Querschwellen haben rechteckigen Querschnitt; diejenigen, welche die Winkellasche tragen, sind vollkantig, die übrigen haben Wahnkanten. Sie sind 20 cm breit, 14 cm hoch und gewöhnlich 2,20 m lang, diejenigen, welche die Stromschiene tragen, sind 2,50 m lang.

Die Fahrschienen ruhen auf den Querschwellen mittels Unterlegplatten aus mit Zinkchlorid getränktem Pappelholze.

Bettung. — Die Bettung besteht in den wagerechten Strecken und in Neigungen flacher als 1 : 25 in den Geraden und in den Bogen von weniger als 75 m Halbmesser aus Kies, in steileren Neigungen und in Bogen von 75 m oder mehr Halbmesser aus Steinschlag. Sie reicht bis zur Oberkante der Querschwellen.

Notausgänge. — Die verkehrsreichen Bahnhöfe haben für jeden Bahnsteig zwei vollständig von einander getrennte Ausgänge, der eine führt nach der Halle mit der Fahrkartenausgabe, der andere ist am entgegengesetzten Ende angebracht.

Wasserhaltung. — Befindet sich der öffentliche Abzugskanal in der Nähe, und liegt er tiefer, als die Untergrundbahn, so wird das zunächst an bestimmten Stellen der Bahn gesammelte Wasser durch die Schwerkraft abgeführt. Liegen dagegen die Abzugskanäle höher als die Untergrundbahn, so werden je nach dem Wasserzuflusse mechanisch oder von Hand getriebene Pumpen verwendet. Um das Wasser nach dem Pumpensumpfe zu leiten, ist die Sohle der Bahnhöfe und der zwischen zwei Neigungen gleichen Sinnes liegenden Geraden mit geringer Längsneigung von 1 : 2000 bis 1 : 1000 ausgeführt. Der Regelquerschnitt der Sohle ist in seinem mittlern Teile durch eine Parabel mit senkrechter Achse ersetzt, die den Regelquerschnitt berührt, und deren Scheitel sich auf der angenommenen Neigungslinie verschiebt. Auf den zwischen zwei Neigungen entgegengesetzten Sinnes liegenden Geraden hat die Sohle nach der Längenmitte der Geraden ein Gefälle von 1 : 1000. Regelquerschnitt der Sohle ist beibehalten und das Gewölbe gemäfs dem Längsschnitte ausgeführt.

B—s.

Technische Litteratur.

Lokomotiven und Triebwagen für Schmalspur-, Förder- und Strafsen-Bahnen. Von Rimrott, Ober- und Geheimer Baurat in Berlin. IV. Band, Abschn. C der Eisenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden 1907, C. W. Kreidel's Verlag. Preis 12,60 Mk., geb. 15.— Mk.

Von den Herausgebern der Eisenbahntechnik der Gegenwart ist es ein verdienstvolles Werk, in dem neuerschienenen IV. Band, Abschn. B und C eisenbahntechnische Gebiete behandelt zu haben, die bislang noch nicht zusammenfassend bearbeitet worden sind und die grade in den letzten Jahren durch den Aufschwung des Verkehres und des Gewerbes bedeutenden Umfang erreichten.

Besonders trifft dies bei den Betriebsmitteln für Schmalspur-, Förder- und Strafsenbahnen zu, wo neuerdings die Triebwagen eine besondere Bedeutung erlangen. Bisher war es aufserordentlich erschwert, sich auf diesem Gebiete zurechtzufinden, da in rascher Folge neue Erscheinungen auftauchen, deren Veröffentlichungen weit zerstreut und meist nur skizzenhaft behandelt sind. Ein grofses Verdienst des Verfassers ist es daher, nicht nur für den Eisenbahnfachmann, sondern auch für die übrige Fachwelt und insbesondere für die Studierenden der Technischen Hochschulen ein Nachschlage- und Studienwerk geschaffen zu haben, das eine hervorragende Auswahl des Neuesten auf dem Gebiete des Baues von Lokomotiven und Triebwagen für Schmalspur-, Förder- und Strafsen-Bahnen bietet.

Die ersten Abschnitte über Lastverteilung, Achsenanordnung, Anordnung der Einzelteile, Berechnungen und die Zusammenstellung von Ausführungsbeispielen geben dem entwerfenden Ingenieur wertvolle Anhaltspunkte und Winke. In den weiteren Abschnitten tritt klar vor Augen, welchen Aufschwung der Bau von Lokomotiven für die vielen Bahnen genommen hat, die aus besonderen örtlichen und wirtschaftlichen Gründen nicht mit Vollspur ausgeführt werden können. Hier treten besonders die Fahrzeuge für die Bahnen in den Kolonien hervor.

Zusammenfassend sind auch die Gruben-, Werk- und Kran-Lokomotiven behandelt. Bei der grofsen Bedeutung, die heute der Kraftwagenbetrieb annimmt, ist es von grofsem Werte sich über den Bau und die Anwendung von Triebwagen unterrichten zu können, die mit Dampf- und Heifsdampf-Maschinen, mit Verbrennungs-Kraftmaschinen allein und in Verbindung mit elektrischer Kraftübertragung oder auf andere Weise angetrieben werden.

In einem Abschnitte, der später, wenn umfangreichere Erfahrungen vorliegen werden, jedenfalls noch ergänzt werden wird, werden aus der Praxis geschöpfte Anhaltspunkte über die Bewährung der verschiedenen Antriebsarten gegeben und die Bedingungen aufgestellt, die erfüllt sein müssen, wenn Triebwagen wirtschaftlich sein sollen.

Wir wünschen der Arbeit den besten Erfolg und empfehlen das Werk fleifsiger Benutzung in allen Kreisen, die an den wichtigen Verkehrsfragen beteiligt sind. W—s.

Lokomotiven, Trieb- und Anhänge-Wagen für Zahnbahnen. Zweite Auflage, bearbeitet von † v. Borries, unter Mitwirkung von Roman Abt. IV. Band der Eisenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden 1907, C. W. Kreidel's Verlag.

Dem neuerschienenen IV. Bande der Eisenbahntechnik der Gegenwart ist in ganz zweckmäfsiger Weise die zweite Bearbeitung der Fahrbetriebsmittel der Zahnbahnen angefügt. Dem hervorragenden Fachmanne v. Borries entfiel während der Bearbeitung leider die Feder. Aber kein Geringerer als der Altmeister im Baue der Zahnbahnen Roman Abt übernahm die Vollendung. Wir brauchen der gediegenen, auf den neuesten Stand ergänzten Arbeit keine weitere Empfehlung mitzugeben. W— s.

Der Bau einer modernen Lokomotive. Von Ingenieur Dr. R. Grimshaw. Hannover 1907, Selbstverlag. Preis 1,50 M. Zweite erweiterte Auflage.

Der Verfasser schildert in Wort und Lichtbild den ganzen Gang der Entstehung einer Lokomotive, insbesondere nach den Herstellungsverfahren von Baldwin in Philadelphia, in leicht verständlicher und lebensvoller Weise, sodafs auch der Laie eine klare Vorstellung von der Erzeugung dieses wichtigen Mittels heutiger Kultur erhält, zugleich aber auch der Fachmann viel Wissenswertes über amerikanische Arbeitsweise entnehmen kann. Das Buch enthält eine Übersicht über die heute vorhandenen Achsanordnungen mit ihren Benennungen und Bezeichnungsweisen, gibt auch die Hauptmafse und Bestandteile der Baldwin-Lokomotiven mit ihren Benennungen an. Wenn auch das Buch fast ganz auf amerikanischen Anschauungen fufst, ist es doch geeignet, den Überblick zu erweitern, weshalb wir besonders darauf aufmerksam machen.

Le Salon de l'Automobile, 8. bis 24. Dezember 1905. Édition de la Revue Technique, Paris, Rue de Provence 60. Preis 5 frs.

Das reiche Heft gibt eine Übersicht über alle Erscheinungen des Kraftwagenwesens auf der angegebenen Ausstellung in Paris, und bietet so ein Mittel, die schnellen Fortschritte dieses Gebietes schnell zu übersehen; wir machen deshalb auf das Erscheinen dieser Sammelausgabe der »Revue Technique« besonders aufmerksam.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie*). Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri spezialisti. Unione tipografico editrice Turin, Mailand, Rom, Neapel.

Heft 223 Vol. IV, Teil II, Capitel VII. Herstellung und Erhaltung der Federn von Ingenieur Stanislao Fadda. Preis 1,6 M.

*) Organ 1907, S. 128.

Für die Redaktion verantwortlich: Geheimer Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 12. Heft. 1907.

Mammutpumpen im Eisenbahnbetriebe.

Von **C. Guillery**, Königlicher Baurat zu Unterhaching bei München.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 9 auf Tafel XLVII und Abb. 1 bis 5 auf Tafel XLVIII.

Die Mammutpumpen sind heute keine technische Neuheit mehr. Die in ihren ersten Anfängen schon über hundert Jahre alten Prefsluft-Wasserheber sind durch Verbesserungen der ganzen Anordnung und Ausbildung der Einzelheiten insbesondere durch das Werk A. Borsig in Tegel bei Berlin schon seit einiger Zeit zu grofser technischer Vollendung gebracht, so dafs sich heute ein sicheres Urteil darüber gewinnen läfst, was mit diesen Pumpen geleistet werden kann. Das genannte Werk hat schon gegen 900 Mammutpumpen mit einer stündlichen Leistung von zusammen 60000 cbm ausgeführt.

Die Einrichtung der Mammutpumpen besteht darin, dafs geprefste Luft unter ein in einer Flüssigkeit, gewöhnlich Wasser, eingetauchtes Rohr geführt wird, und sich beim Aufsteigen mehr oder weniger mit der Flüssigkeit vermischt und diese mitreifst (Textabb. 1). Die Anlage besteht demnach aus einem unmittelbar durch irgend eine Arbeitsquelle angetriebene Luft-Prefspumpe mit Windkessel, dem Luftleitungsrohre und dem Steigrohre für die zu fördernde Flüssigkeit. Steigrohr und Luftleitungsrohr sind in einem Bohrloche untergebracht. Abb. 1 und 2, Taf. XLVII stellen eine Prefspumpe und Abb. 3 und 4, Taf. XLVII die Anordnung des zugehörigen Plattenventiles dar.

Abb. 1. Anlage einer Mammutpumpe.

Der Unterschied in dem Gewichte der Raumeinheit des Gemisches von Flüssigkeit und Luft in dem in die Flüssigkeit eingetauchten Teile des Steigrohres gegen das der umgebenden Flüssigkeit gibt den Auftrieb.

Im folgenden soll nur von Mammutpumpen für Wasserförderung die Rede sein, obwohl diese Pumpen auch vielfach zur Hebung von anderen Flüssigkeiten verwendet werden, für die Kolbenpumpen ungeeignet sind.

Das Steigrohr mufs um das ein- bis anderthalbfache der Förderhöhe in das Wasser eintauchen, damit der zum Heben erforderliche Auftrieb entsteht. Die Frage, ob sich die Prefsluft in Schichten in das Wasser einordnet, und dieses etwa wie ein Kolben vor sich her treibt, oder ob sie sich in kleinen Blasen im Wasser verteilt, braucht hier nicht näher erörtert zu werden. Durch Versuche von Professor Josse im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule in Charlottenburg*) ist mittels eines in den obern Teil des Steigrohres einer Mammutpumpe eingeschalteten Glasrohres bewiesen, dafs die Prefsluft an dieser Stelle in erbsengrofsen Blasen im Wasser verteilt ist. Wahrscheinlich tritt die Prefsluft je nach der Windkesselspannung der Prefspumpe in zusammenhängenden gröfseren Blasen in das untere Ende des Steigrohres ein und verteilt sich dann allmälig während des Aufsteigens mehr im Wasser.

Der allgemeinern Anwendung von Mammutpumpen steht ihr geringer Wirkungsgrad im Wege. Nach den Untersuchungen in Charlottenburg steigt das Verhältnis der Nutzleistung an gehobenem Wasser zu der Arbeitsleistung der Prefspumpe nicht über 45 %. Es wäre deshalb verfehlt, eine Mammutpumpe da zu verwenden, wo sich eine sparsamer arbeitende Schachtpumpe oder eine über Tage aufgestellte Pumpe mit Kolben ohne besonders hohe Bau- oder Betriebskosten anlegen läfst. Es gibt indes zahlreiche Fälle, in denen die Anlage von Kolbenpumpen mit zu grofsen Kosten verbunden sein würde. Die Verwendung von Mammutpumpen empfiehlt sich bei grofser Förderhöhe wegen des Fortfalles weiter gemauerter Brunnen,

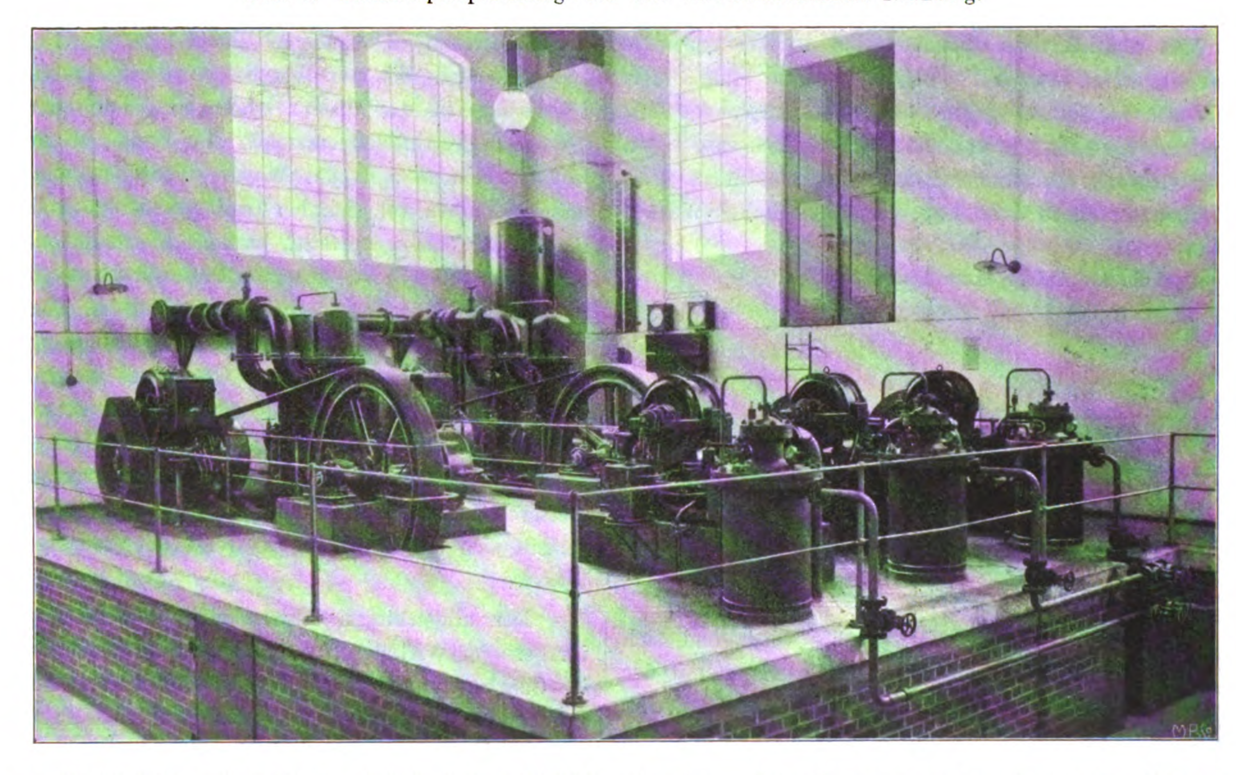
*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1898, Seite 981 ff.

deren Anlagekosten bei zunehmender Tiefe schnell wachsen, ferner bei grofser Entfernung der Pumpen von den Wasserentnahmestellen, sowie auch zur Hebung von schlammhaltigen und von heifsen Flüssigkeiten, zum Abteufen von Bohrrohren in schwimmendem Gebirge und zur Hebung von Salzsole und anderen, namentlich säurehaltigen, die Pumpenzylinder, Kolben und Ventile stark angreifenden Flüssigkeiten. Bei der Hebung von heifsem Wasser kommt die Erwärmung und die dadurch veranlafste Ausdehnung der Prefsluft noch der Leistung der Pumpe zugute, statt sie, wie bei einer Kolbenpumpe, zu beeinträchtigen. Auch zum Baggern und bei Prefsluftgründungen ist die Mammutpumpe mit Erfolg verwendet. Ist die zu fördernde Flüssigkeit bis zu erheblicher Höhe über die Sohle des Maschinenhauses zu pumpen, so wird zweckmäfsig ein Zwischenbehälter in den Boden gelegt, in den die Mammutpumpe die gehobene Flüssigkeit ausgiefst. Von dem Zwischenbehälter aus schaffen dann Kolbenpumpen die Flüssigkeit weiter bis auf die gewünschte Höhe. Die Kolbenpumpen werden entweder gesondert von der Prefspumpe angeordnet, oder in neuerer Zeit auch vielfach mit dieser zusammengebaut. Wo Verschlammungen der Bohrlöcher zu befürchten sind, wird noch eine Prefsluftleitung von dem untern Ende des Steigrohres abwärts weitergeführt bis zu der entsprechend tiefer gelegten Sohle des Bohrloches, um den abgesetzten Schlamm während des Pumpens aufwühlen zu können.

Im folgenden sollen drei neuere Anlagen von Mammutpumpen des Werkes A. Borsig besprochen werden, die bei verschiedenen Eisenbahnverwaltungen in Betrieb sind und zu deren Zufriedenheit arbeiten: Die Anlage der bayerischen Staatseisenbahnverwaltung auf dem neuen Verschiebe-Bahnhof bei Nürnberg, die Anlage der sächsischen Staatseisenbahnverwaltung in der neuen Werkstätte Engelsdorf bei Leipzig und die Anlage der belgischen Staatseisenbahnverwaltung in Mouscron, südlich von Courtrai. Über die beiden erstgenannten Anlagen kann ich nach eigenem Augenscheine berichten.

Die Pumpenanlage auf dem Verschiebe-Bahnhofe Nürnberg (Abb. 5 bis 7, Taf. XLVII) fördert sehr weiches Wasser aus einem unter wasserundurchlässigen Bodenschichten liegenden Grundwasserstrome, während das über diesen Schichten stehende Grundwasser 18 bis 20 deutsche Härtegrade hat und ungereinigt zur Kesselspeisung nicht verwendbar ist. Die Anlage besteht aus drei von elektrischen Triebmaschinen mit Zahnradübertragung angetriebenen Mammutpumpen, die das Wasser aus Bohrlöchern bis annähernd zur Geländehöhe fördern und aus ebensoviel besonderen Prefspumpen, die das Wasser weiter

Abb. 2. Mammutpumpen-Anlage auf dem Verschiebebahnhofe Nürnberg.



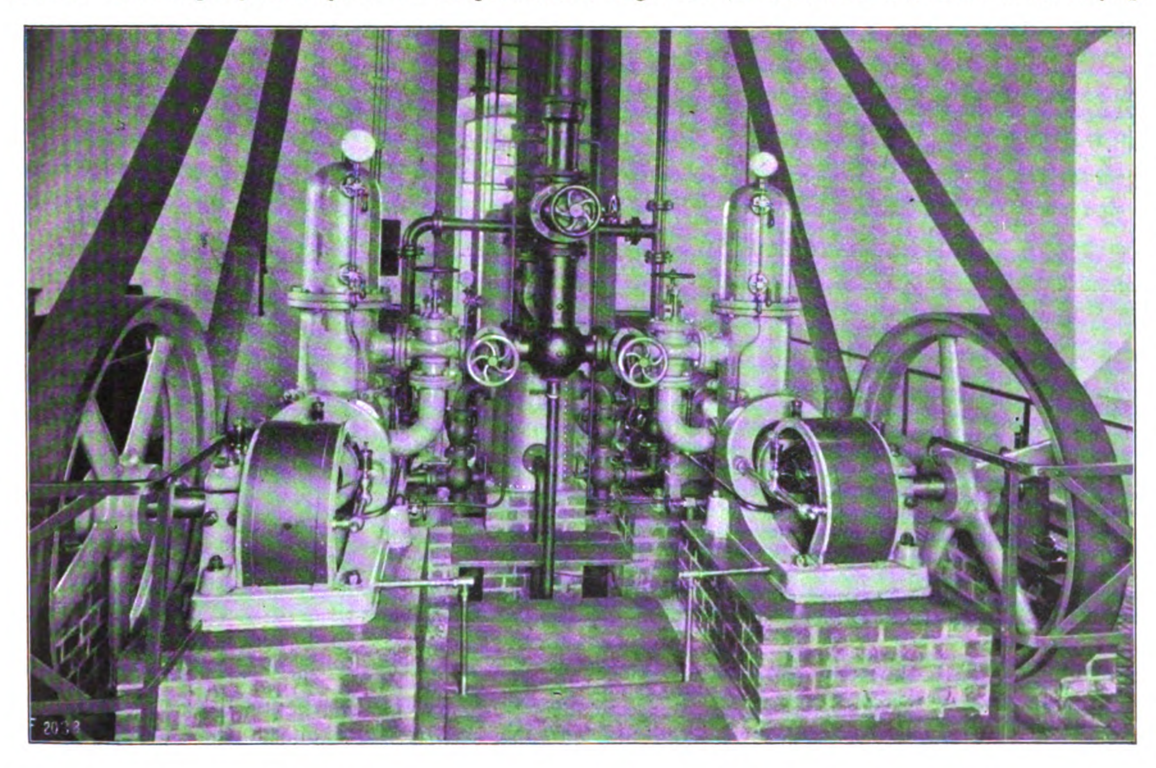
heben bis zum Hochbehälter (Textabb. 2 und Abb. 6, Taf. XLVII). Von den Pumpen sind zwei in dauerndem Betrieb. Jede pumpt aus einem Bohrloche von 220 mm Weite und 69,46 bis 73,3 m Tiefe. Beide Bohrlöcher sind zum Abdichten gegen das obere Grundwasser bis zu 40 m Tiefe verrohrt. Der Grundwasserspiegel steigt bis 8 m unter Geländehöhe, während des Pumpens senkt er sich um etwa 7 m, so dafs die ganze Förderhöhe der Mammutpumpen etwa 15 bis höchstens 18 m beträgt. Die Mammutpumpen giefsen das Wasser in einen Behälter aus, dessen Oberkante bündig mit dem Gelände liegt und aus dem die Druckpumpen das Wasser zur Weiterbeförderung in die Hochbehälter nehmen. Jede Pumpe schafft 26 bis 27 cbm/St. Viel mehr können die Brunnenlöcher nicht hergeben, deshalb beträgt die ganze Leistung nur 33 cbm/St., wenn zwei Prefspumpen auf das Steigrohr eines Brunnens arbeiten. Den Mammutpumpen kommt im vorliegenden Falle neben der

erheblichen Förderhöhe die Abgelegenheit der Brunnenlöcher zustatten. Das erste Brunnenloch liegt über 300 m, das zweite über 700 m von dem Maschinenhause entfernt. Hätte man hier Kolbenpumpen verwenden wollen, so wären entweder besondere Pumpen für jeden Brunnen oder lange Saugleitungen, gegebenen Falles Heberleitungen erforderlich geworden. Dem gegenüber ist der Betrieb mit Mammutpumpen sehr einfach und die Anlage billig, auch bietet der Betrieb bei seiner Einfachheit grofse Sicherheit gegen Störungen. Die Pumpen der besprochenen Anlage sind alle in dem Maschinenhause einer grofsen bahneigenen Kraftanlage für Beleuchtung und Kraftbetrieb untergebracht und deshalb unter guter Aufsicht und Wartung, aufserhalb des Maschinenhauses befindet sich nichts als die Rohrleitungen für Luft und Wasser nebst dem Zwischenbehälter. Aus der Zeichnung Textabb. 2 und Abb. 6, Taf. XLVII ist die Anordnung der ganzen Maschinenanlage zu ersehen.

Im Jahre 1905 sind von diesen Mammutpumpen im ganzen 309 088 cbm Wasser gefördert, einschliefslich des Kesselspeisewassers der Kraftanlage, das nicht erst in den 35 m über dem Gelände liegende Hochbehälter geschafft, sondern unmittelbar den Dampfkesseln zugeführt wird. Für die Förderung des Wassers aus den Brunnen in den Hochbehälter sind in demselben Jahre 1 345 740 hektowattstunden an elektrischer Arbeit verbraucht, aufserdem 121 655 hektowattstunden für das Kesselspeisewasser. Die ganzen Betriebskosten der Wasserförderung einschliefslich Löhne haben 20 488 Mark ohne die Kosten für das Kesselspeisewasser betragen. Der Selbstkostenpreis für 1 cbm Wasser hat 7,3 Pf. betragen, was in Anbetracht der ungünstigen Wasserverhältnisse und der hohen Lage des Wasserbehälters nicht viel ist. Es ist beabsichtigt, die Leistungsfähigkeit der Pumpenanlage durch Bohren eines dritten Brunnens und die Beschaffung einer weitern Prefspumpe von der Gröfse der vorhandenen zu erhöhen. Für eine solche Erweiterung sind die Mammutpumpen wieder sehr bequem, namentlich bei spärlichem Wasserzuflusse, da die Entfernung der Brunnenlöcher von dem Maschinenhause wenig in Betracht kommt, also das Aufsuchen einer geeigneten Stelle für ausreichendes und brauchbares Wasser sehr erleichtert ist. Die starke Absenkung des Wasserspiegels beim Betriebe der Mammutpumpen darf nicht befremden; dies ist nur ein Zeichen dafür, dafs der Wasserzuflufs überhaupt schlecht ist. Bei Anlage weiter gemauerter Brunnen unter Verwendung von Kolbenpumpen würde eine ähnliche, wenn auch nicht ganz so starke Absenkung stattfinden, eine solche Pumpenanlage würde sich aber nicht betreiben lassen, ohne dafs die Pumpen unter den natürlichen Grundwasserspiegel gelegt würden. Es ist ein Fall bekannt, in dem aus einem 200 mm weiten Bohrrohre mittels einer Schachtpumpe 60 cbm/St. Wasser, also 1000 l/Min. gefördert wurden, ohne dafs überhaupt eine mefsbare Senkung des Wasserspiegels stattfand. Wo überhaupt guter Wasserzuflufs vorhanden ist, genügt auch ein Bohrloch von 200 bis 300 mm Weite für 60 cbm/St. und mehr, wo aber spärlicher Wasserzuflufs ist, hilft auch ein teurer gemauerter, weiter Brunnen nicht viel mehr.

Anderer Art als die Nürnberger Anlage ist die der sächsischen Staatseisenbahnen in der Werkstätte Engelsdorf (Textabb. 3 und Abb. 1 bis 5, Taf. XLVIII). Hier sind die Prefspumpen mit den Hebepumpen zur Weiterbeförderung des Wassers in den Hochbehälter in einem Maschinengestelle zusammengebaut, sodafs die ganze Anlage wenig Raum beansprucht und deshalb bequem im untern Geschosse des Wasserturmes untergebracht werden konnte. Der Antrieb der Pumpen erfolgt durch elektrische Triebmaschinen mittels Riemenantriebes und eines an der Decke angebrachten Zwischenvorgeleges. Die Pumpen arbeiten fast geräuschlos. Es sind zwei Pumpen vorhanden, aber nur ein Brunnenloch von 50 m Tiefe und 300 mm Bohrweite. Die eine der beiden Pumpen arbeitet täglich neun Stunden, die zweite vier, jede Pumpe leistet dann 45 cbm/St. Die Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Achse der Hebe- und Prefspumpen beträgt etwa 9,7 m, die Absenkung des Grundwasserspiegels durch den Betrieb der Pumpen

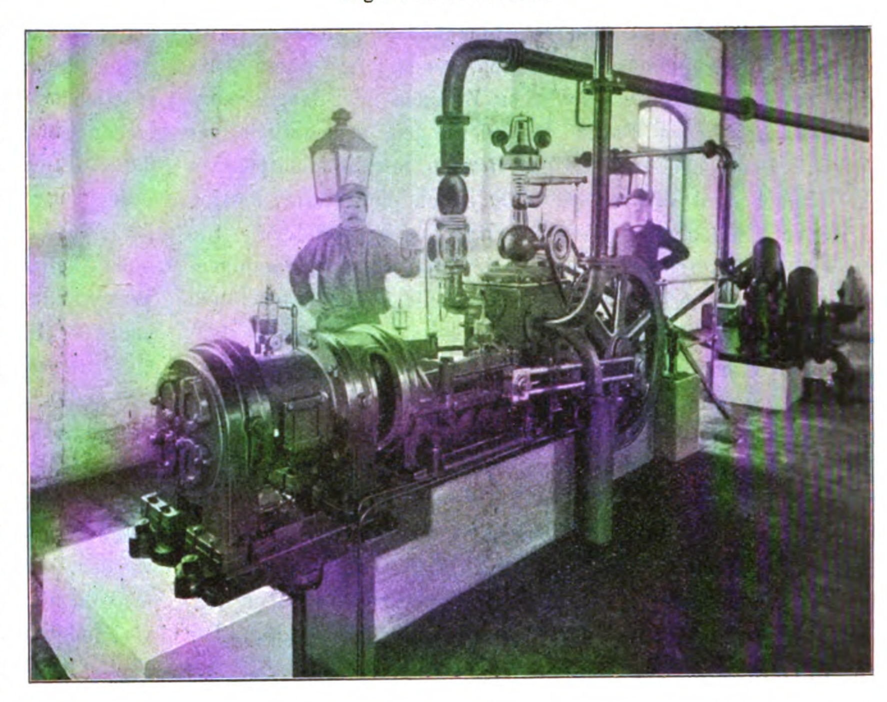
Abb. 3. Mammutpumpen-Anlage in der Hauptwerkstätte Engelsdorf der Sächsischen Staatsbahnen bei Leipzig.



etwa 7,5 m. Die Förderhöhe für die Mammutpumpen beträgt durchschnittlich etwa 15,5 m, die ganze Förderhöhe bis zum Hochbehälter etwa 38 m. Nebenbei wird die Prefsluft noch zur zeitweiligen Erneuerung der Luft in einem in die Falleitung des Hochbehälters eingeschalteten Windkessel benutzt. Die ganze Maschinenanlage macht durch die gute Ausnutzung des Raumes, ihre geschickte Anordnung und guten Formen einen bestechenden Eindruck.

Die Anlage der belgischen Staatsbahn in Mouscron ist ausgezeichnet durch grofse Förderhöhe und sehr schlechten Wasserzuflufs. Wegen der grofsen Förderhöhe ist Zuführung von Prefsluft an zwei Stellen des Steigrohres angeordnet. Es ist nur ein Bohrbrunnen und eine Betriebspumpe, sowie eine Bereitschaftspumpe vorhanden. Der Wasserspiegel sinkt beim Pumpen auf 86,45 m unter Gelände. Die Leistung der Pumpen beträgt je 170 l/Min. oder 10,2 cbm/St. Prefs- und Hebepumpen sind hier wieder getrennt, ähnlich wie in Nürnberg, indessen erfolgt der Antrieb der ersteren unmittelbar durch eine Dampfmaschine, während die Hebepumpe, die das von der Mammutpumpe geförderte Wasser in den Hochbehälter schafft, von der Prefspumpe aus durch Riemen angetrieben wird. (Textabb. 4). Zwischen dem Ausgusse der Mammutpumpen und der Saugleitung der Kolbenpumpen für den Hochbehälter ist ein Klärbehälter angeordnet.

Abb. 4. Mammutpumpen-Anlage auf dem Bahnhof Mouscron der belgischen Staatsbahn.



Die neuen Lokomotiven der englischen Westbahn.

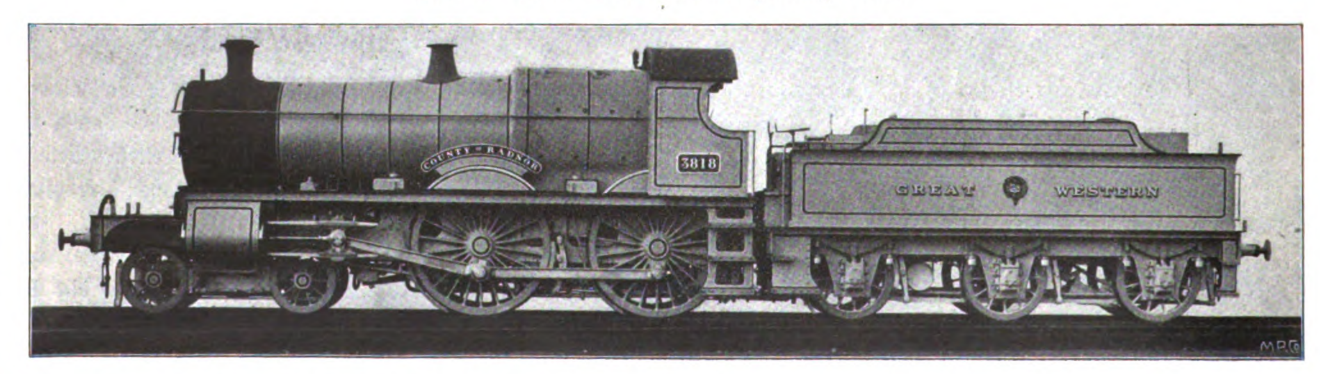
Von **Charles S. Lake,** mitarbeitendem Mitgliede der Institution of Mechanical Engineers, London.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XLV und Abb. 1 bis 7 auf Tafel XLVI.

(Schlufs von Seite 219.)

Nr. 2), Textabb. 2 und Abb. 2, Taf. XLV zeigen eine zweite Lokomotive der 2.B.0-Bauart, bei der die Zylinder aufserhalb der Rahmen angeordnet sind, und die Schieberkasten auf diesen liegen. Auch sind noch andere wichtige Abweichungen von Nr. 1) vorhanden. Die Zylinderverhältnisse dieser Lokomotive, welche zu der »County«-Reihe gehört, deren Lokomotiven die Namen der von der englischen Westbahn durchfahrenen Grafschaften tragen, sind für die wesentlichen Teile der ganzen Bauart mafsgebend. Der Kolbenhub ist ungewöhnlich lang, nämlich 762 mm. Dieser verbietet zunächst, die Zylinder innerhalb der Rahmen anzubringen, da der Kessel bei solcher Lage zu hoch gelegt werden müfste, um unter ihm Raum für die Kurbeln der Triebachse zu erhalten. Die aufsen liegenden Zylinder verhindern sodann die Verwendung eines doppelten Rahmens. Der lange Kolbenhub bedingt auch einen gröfsern Achsstand des Drehgestelles, damit die aufserordentlich langen Stahlgufs-Zylinder zwischen den Rädern des Drehgestelles untergebracht werden können. Um die Vergröfserung des Achsstandes so viel als möglich einzuschränken, ist der Raddurchmesser gegen das gewöhnliche Mafs verringert.

Abb. 2. 2.B.0-Lokomotive der „County“-Klasse.



Jeder Zylinder ist mit seinem Schieberkasten und der Hälfte des Sattels, auf welchem die Rauchkammer des Kessels

ruht, in einem Stücke gegossen. Zur Dampfverteilung werden durch Stephensonsche Schwingensteuerung betätigte Kolbenschieber verwendet. Die zweimittigen Steuerungscheiben sind auf die Triebachse gesetzt. Der Hauptteil der Steuerung liegt innerhalb, aber die Schieberstangen arbeiten an der Aufsenseite der Rahmen, die Bewegung wird mittels schwingender Welle und Kurbel mit Gelenkglied auf sie übertragen.

Die Triebstangen haben die starke Form mit dickem Ende am Kurbelzapfenlager statt der gewöhnlich verwendeten rechteckigen oder abgeflachten Form des Endes.

Das Ende des Kurbelzapfens besitzt ein feines Gewinde, auf das die Haube aufgeschraubt ist; letztere ist durch einen durchgesteckten, mit Gewinde versehenen Spitzbolzen gesichert. Die Kuppelstangen sind auf dieselbe Weise gesichert. Die Trieb- und Kuppelstangen haben starken Querschnitt und sind sorgfältig hergestellt und angebracht. Bremsklötze sind sowohl an den Drehgestell-, als auch an den anderen Rädern der Lokomotive und an denen des Tenders angebracht, sodafs für alle Fahrverhältnisse reichliche Bremskraft vorhanden ist.

Die Annahme des Kolbenhubes von 762 mm für diese und andere Lokomotiven der englischen Westbahn ist von englischen Ingenieuren ziemlich ungünstig beurteilt worden.

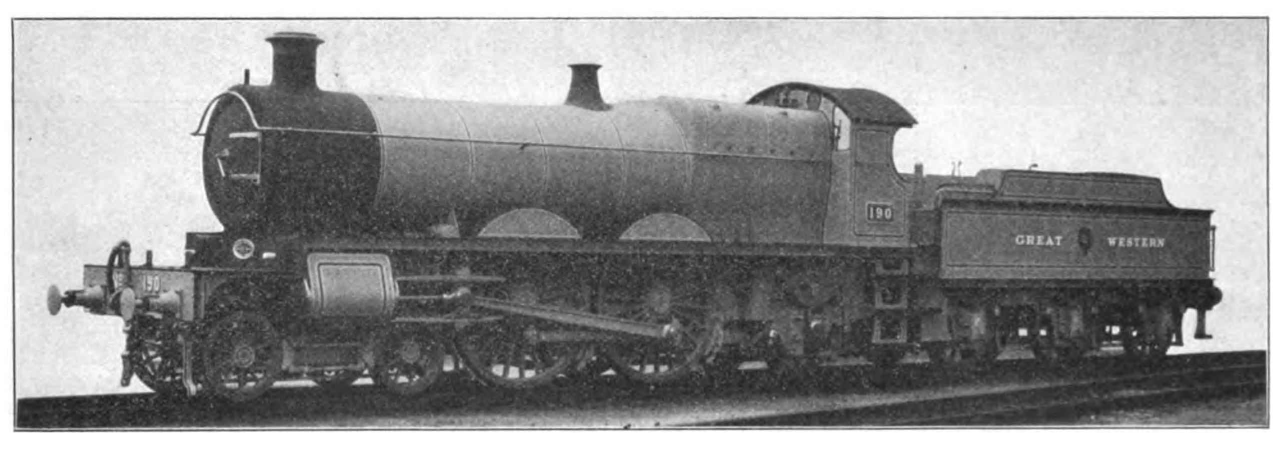
Die so eingerichteten Schnellzuglokomotiven durchlaufen im Laufe des Tages öfter beträchtliche Entfernungen mit Geschwindigkeiten von 110 bis 130 km/St. im Gefälle; die Kolbengeschwindigkeit wird hierbei aufserordentlich hoch.

Bei langsamer fahrenden Lokomotiven für schwere und häufig haltende Güter- oder Vorort-Personen-Züge wird durch die erhöhte Übersetzung eines langen Hubes ein grofser Vorteil erzielt, aber wie dadurch bei einer Lokomotive von hoher Geschwindigkeit ein Vorteil erreicht werden soll, ist nicht ohne weiteres klar. Da jedoch der Hub von 762 mm für alle auf der englischen Westbahn verwendeten Lokomotiven mit zwei Aufsenzylindern als Regel angenommen ist, so kann diese Bemessung nicht wohl von erheblichen Schäden begleitet sein. Die Tender der Lokomotiven der »County«-Reihe sind von derselben Bauart wie die der »City«-Lokomotiven, haben aber etwas gröfsern Rauminhalt.

Die Lokomotiven Nr. 1) und Nr. 2) dienen zum Befördern von Schnellzügen zwischen dem Londoner Endbahnhofe Paddington und den von der englischen Westbahn berührten Hauptpunkten. Sie werden auch zu demselben Dienste auf den meisten anderen Strecken des Bahnnetzes verwendet.

Nr. 3) Mit der Absicht, eine Lokomotivgattung zu erhalten, die beträchtlich vergröfserten Kesselinhalt mit vergröfserter Zugkraft vereinigt, entwarf der Maschinenoberingenieur vor einigen Jahren eine 2.C.0-Lokomotive (Textabb. 11) mit zwei aufserhalb der Rahmen liegenden Zylindern zum Treiben der mittlern Kuppelachse. Da sich diese als sehr erfolgreich erwies, ist seitdem eine grofse Anzahl Lokomotiven derselben Art gebaut worden. Die Zylinder sind von derselben Bauart und denselben Verhältnissen wie die der Lokomotive Nr. 2), auch die Schiebersteuerung ist ähnlich angeordnet. Eine der ersten dieser Schnellzuglokomotiven mit drei gekuppelten Achsen wurde nach einer verhältnismäfsig kurzen Dienstzeit in die Werkstatt gebracht und aus der Bauart 2.C.0 in 2.B.1 »Atlantik« umgebaut. Die hintere Kuppelachse wurde durch eine nach dem Krümmungsmittelpunkte einstellbare Laufachse mit Rädern von 1,257 m Durchmesser und Aufsenrahmen ersetzt. Textabb. 3 und Abb. 3, Taf. XLV zeigen eine spätere, nach der verbesserten Bauart gebaute Lokomotive. Aufser dem Unterschiede in der Gröfse der hinteren Räder und dem in der Zahl der Kuppelachsen sind diese beiden Gattungen fünfachsiger Lokomotiven genau gleich.

Abb. 3. 2.B.1-„Atlantik"-Lokomotive.



Die Leitung der Maschineningenieur-Abteilung der englischen Westbahn hat kürzlich beschlossen, keine weiteren 2.B.1-Lokomotiven zu bauen, weil diese Bauart für nicht geeigneter zum Befördern gröfserer Zuglasten gehalten wird, als die billigere und sparsamer zu unterhaltende 2.B.0-Bauart. In beiden Fällen mufs das Reibungsgewicht auf nur zwei Achsen verteilt werden, und obgleich bei der 2.B.1-Bauart ein gröfserer Kessel verwendet werden kann, bietet sie keine Erleichterungen für die Erzielung eines gröfsern wirksamen Zylinderinhaltes.

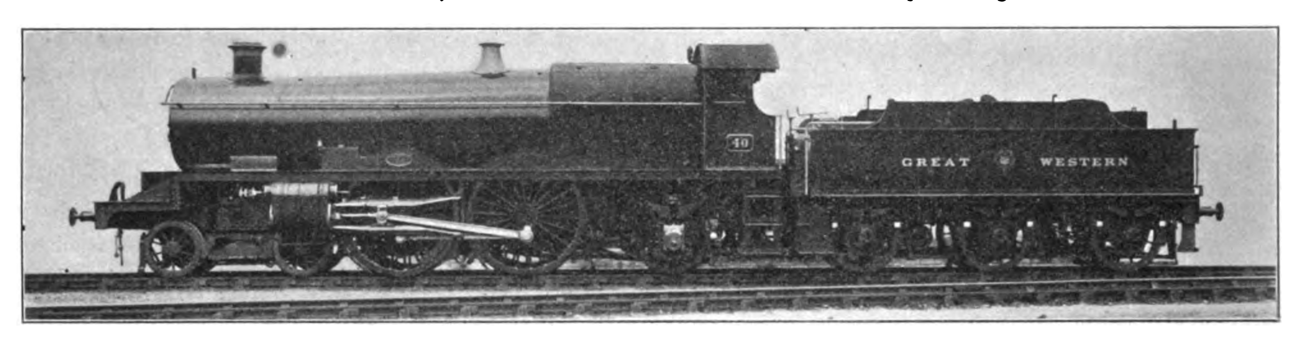
Der Verfasser kann diese Ansicht nicht teilen, weil er nach ausgedehnten, auf den englischen Eisenbahnen bei der Fahrt auf der Lokomotive gemachten Erfahrungen zu dem Schlusse gekommen ist, dafs für die englischen Ingenieure beim Baue von Lokomotiven für hohe Geschwindigkeit die Hauptschwierigkeit darin besteht, den Dampfbedarf der neuen grofsen, mit einfacher Dampfdehnung arbeitenden Zylinder mit genügender

Sicherheit zu liefern; als Anhänger der auf den Bahnen des europäischen Festlandes so erfolgreich verwendeten Vierzylinder-Verbund-Lokomotive hat er öffentlich wie nicht öffentlich alles getan, was in seiner Kraft steht, um die Aufmerksamkeit der Ingenieure Grofsbritanniens auf die Vorteile der mehrstufigen Dampfdehnung zu lenken, wie sie bei Lokomotiven angewendet wird, welche unter den schwierigsten Verhältnissen des heutigen Eisenbahnverkehres zu arbeiten bestimmt sind.

Nr. 4) Die Gesellschaft der englischen Westbahn hat schon vier Schnellzuglokomotiven der »Atlantik«-Bauart 2. B. 1 im Dienste, jede mit vier Zylindern. Von diesen haben drei Verbundeinrichtung nach der Bauart de Glehn, die vierte im Jahre 1906 in der Bauanstalt Swindon gebaute hat vier Zylinder mit einfacher Dampfdehnung. (Textabb. 4 und Abb. 1, Taf. XLVI.)

Zwei Zylinder liegen aufserhalb der Rahmen über den Hinterrädern des Drehgestelles und treiben die zweite Kuppelachse, während die zum Teil vor der Rauchkammer liegenden Innenzylinder die vordere, gekröpfte Kuppelachse treiben. Diese Zylinder- und Triebanordnung ist in den Vereinigten Staaten vielfach für Vierzylinderlokomotiven von der Verbundbauart Cole angenommen worden.


Abb. 4. Vierzylinder-2. B. 1-Lokomotive mit einfacher Dampfdehnung.



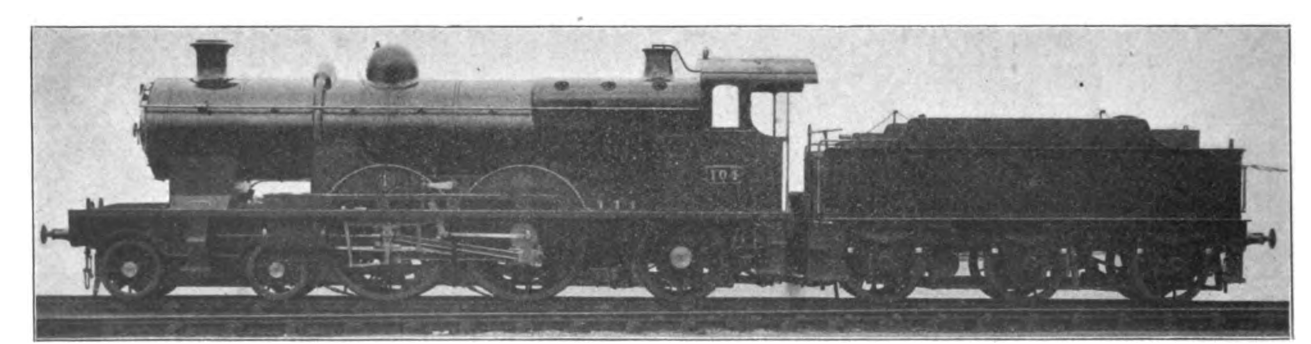
Die Kurbeln der Aufsen- und Innen-Zylinder auf jeder Seite der Lokomotive sind gegeneinander um 180° und gegen diejenigen auf der andern Seite um 90° versetzt. So folgen die Kurbelzapfen einander in Abständen von einem Hubviertel.

Die Dampfverteilung erfolgt durch vier Kolbenschieber, welche durch zwei Sätze Stephenson scher Schwingensteuerungen von der vordern Kuppelachse aus betätigt werden, die der Aufsenzylinder erhalten ihren Antrieb von ihren vorderen Enden her mittels geeigneter Verbindungsglieder von der innern Schiebersteuerung aus.

Die erste Lokomotive der neuen Bauart hat einen Langkessel, welcher auf der ganzen Länge statt nur im hintersten Schusse kegelförmig gestaltet ist. Die Lokomotive wurde zum Zwecke des Vergleiches mit den Verbundlokomotiven der Bauart de Glehn gebaut. Sie hat im Personenzugdienste mit hoher Geschwindigkeit sehr günstige Ergebnisse geliefert, ob sie aber in jeder Hinsicht eine Vergleichung mit den Verbundlokomotiven aushält oder nicht, kann noch nicht festgestellt werden.

Nr. 5) Die 2. B. 1-de Glehn-Lokomotive (Textabb. 5 und Abb. 2, Taf. XLVI) wurde in der Bauanstalt Belfort der Société Alsacienne des Constructions Mécaniques gebaut und im Jahre 1905 auf der englischen Westbahn in Dienst gestellt. Die Eisenbahngesellschaft besafs zu jener Zeit schon eine Lokomotive derselben Bauart mit etwas kleineren Abmessungen, die im Jahre 1903 von derselben Bauanstalt geliefert ist. Im ganzen stehen drei von diesen Verbundlokomotiven auf der Bahn im Dienste, zwei mit den gröfseren Abmessungen. Sie haben genau gleiche Einrichtung; soweit die Art der Verbundeinrichtung in Frage kommt, sind die Lokomotiven so gebaut, wie sie bei der französischen Nordbahn und anderen Festlandsbahnen verwendet werden.

Abb. 5. 2. B. 1-Verbund-Lokomotive, Bauart de Glehn.



Die beiden Niederdruckzylinder liegen zwischen den Rahmen unter der Rauchkammer und treiben die Kurbeln der vordern Kuppelachse, die beiden aufserhalb der Rahmen hinter dem Drehgestelle liegenden Hochdruckzylinder treiben die zweite Kuppelachse. Zur Betätigung der Dampfverteilungschieber dienen vier Sätze der Walschaert-Steuerung, für jeden Zylinder einer. Eine sinnreiche Anordnung der Umsteuerung ermöglicht eine unabhängige Regelung der Dampfverteilung für die Hochdruck- und Niederdruck Zylinder. Mittels eines Anfahrventiles kann der Führer Kesseldampf durch ein Druckminderungsventil in die Niederdruckzylinder einlassen, was auch beim Fahren



auf steilen Steigungen geschieht. Andere Ventile dienen zur Herstellung einer unmittelbaren Verbindung zwischen den Hochdruckzylindern und dem Blasrohre während der Zeit, wo die Niederdruckzylinder Kesseldampf benutzen. Der Kessel hat grofse Abmessungen und ist mit einer Belpaire-Feuerkiste und einer vergröfserten Rauchkammer versehen. Er trägt einen Dampfdom; die Zuströmungsrohre zu den Hochdruckzylindern umringen die Aufsenseite des Kessels und stehen mit einer gerade vor dem Dome liegenden Dampfkammer in Verbindung.

Diese französischen Lokomotiven werden zusammen mit den englischen Vergleichslokomotiven zum regelmäfsigen Hauptschnellzugdienste der englischen Westbahn zwischen London und dem Westen von England verwendet.

Nr. 6) Ein grofser Teil des Vorort- und Ort-Verkehres der Bahn wird mittels Tenderlokomotiven abgewickelt. Eine 2. B. 1- und eine 1. C. 1-Tenderlokomotive sind in Textabb. 6 und 7 und Abb. 3 und 4, Taf. XLVI dargestellt. Beide laufen auf fünf Achsen, aber die erstere hat zwei, die letztere drei


Abb. 6. 2. B. 1-Personenzug-Tenderlokomotive.

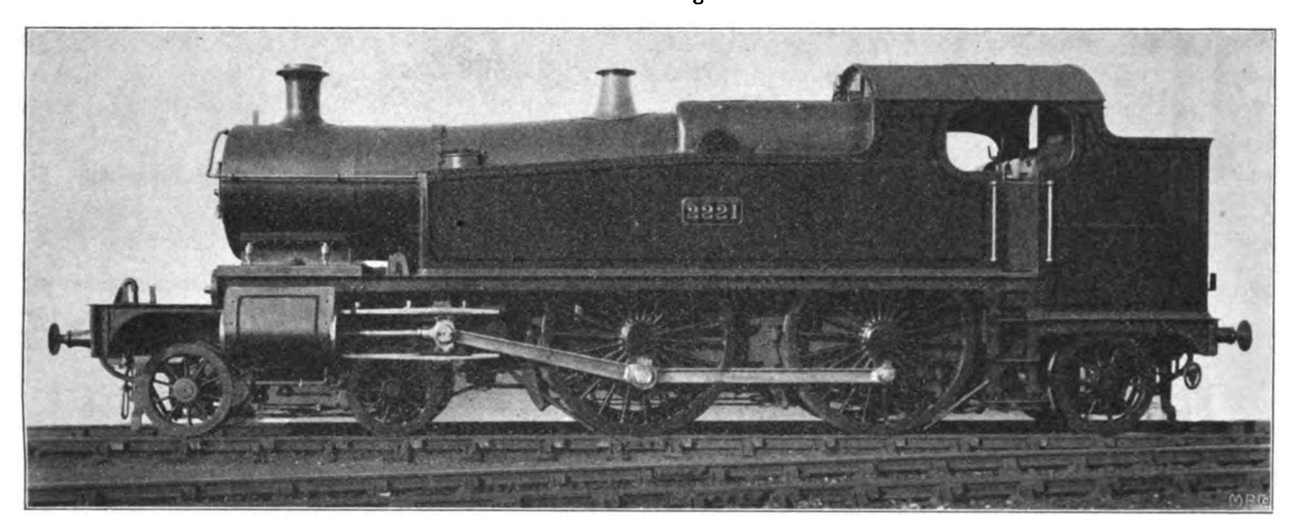
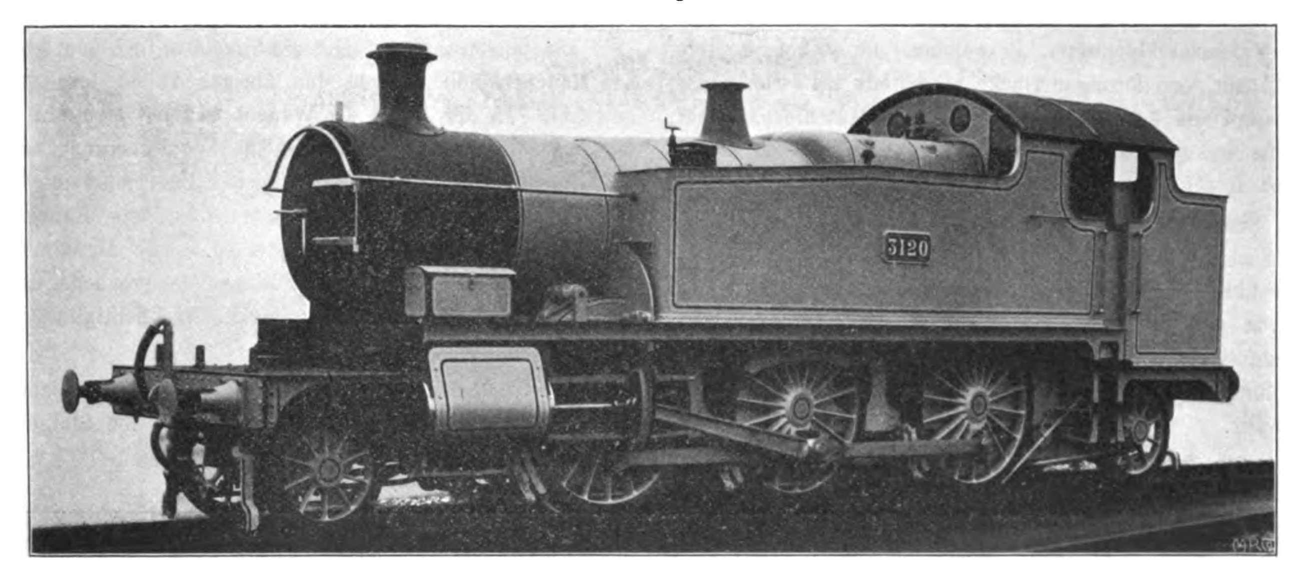


Abb. 7. 1. C. 1-Güterzug-Tenderlokomotive.



Kuppelachsen. Obgleich ursprünglich für kürzere Entfernung und schweren Verkehr bestimmt, werden beide Gattungen beständig zu wichtigem Hauptliniendienste verwendet. Die 2. B. 1-Lokomotive (Nr. 6) ist dem Wesen nach dieselbe, wie die in Textabb. 2, Abb. 2, Taf. XLV dargestellte Schnellzuglokomotive Nr. 21.

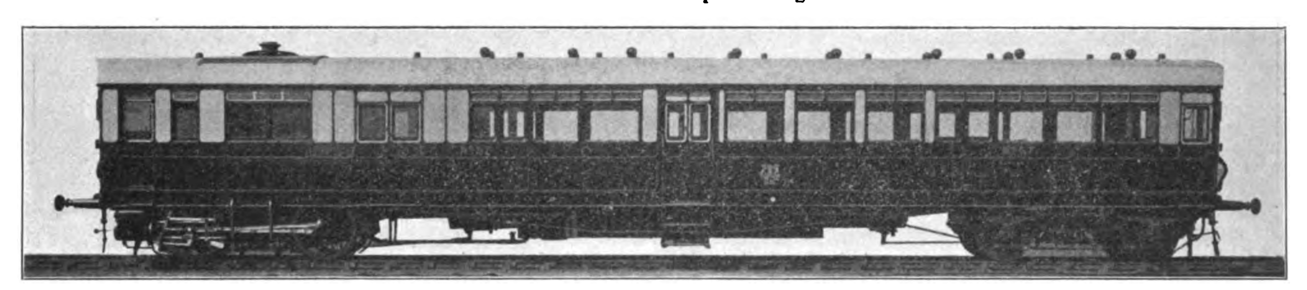
Die Lokomotiven beider Gattungen Nr. 2) und Nr. 6) haben dieselben Zylinder, Räder und Triebwerke, selbst die Achsstände sind gleich, der Hauptunterschied zwischen den beiden Bauarten besteht darin, dafs, während die Schnellzuglokomotive Nr. 2) einen dreiachsigen Schlepptender hat, die Tenderlokomotive Nr. 6) ihren Kohlen- und Wasservorrat auf dem Rahmen mit einer einstellbaren Laufachse trägt, aufserdem sind entlang dem Kessel seitliche Wasserbehälter angebracht. Nr. 6) ist in Wirklichkeit eine Schnellzuglokomotive. Ihre Kuppelräder haben denselben Durchmesser, wie die der gröfsten Schnellzuglokomotiven der englischen Westbahn, nämlich 2,045 m, und aus diesem Grunde ist sie einzig in ihrer Art, da sie von allen gegenwärtig im regelmäfsigen Dienste befindlichen Tenderlokomotiven die gröfsten Kuppelräder hat. Da die Lokomotive mit einer Wasserschöpfvorrichtung ausgerüstet ist, können beträchtliche Entfernungen ohne Anhalten durchfahren werden;

die einzige wirkliche Einschränkung bildet der beschränkte Kohlenvorrat. Die Bauart ist überaus geeignet für schnellen Vorstadt-Personenverkehr und Hauptlinien-Personenverkehr auf kurze Entfernung; wegen der Einstellbarkeit der hintern Laufachse kann die Lokomotive mit hoher Geschwindigkeit gleich gut in beiden Richtungen laufen, ohne am Ende der Fahrt wenden zu müssen; weitere Vorzüge sind die allgemeine Handlichkeit und das geringere Gewicht im ganzen.

Nr. 7) Die in Textabb. 7, Abb. 4, Taf. XLVI dargestellte Lokomotivbauart Nr. 7) ist auf englischen Bahnen sonst nicht gebräuchlich, hat aber einige wichtige Vorzüge, und erweist sich auf der englischen Westbahn als sehr erfolgreich. Die Zugkraft der Lokomotive wird sehr erhöht durch die Verwendung von drei Kuppelachsen, welche eine Vermehrung des Reibungsgewichtes gestatten, so dafs schwere und häufig haltende Züge schnell anfahren können, während die einachsigen Drehgestelle an jedem Ende trotz des gröfsern Achsstandes der festgelagerten Achsen leichtes Durchfahren der Bogen ermöglichen. Die in üblicher Weise ausgestatteten Lokomotiven gehören zu den stärksten Tenderlokomotiven des Landes. Eine Lokomotive dieser Gattung hat beim Befördern schwerer Güterzüge zwischen Swindon und London ausgezeichnete Ergebnisse geliefert.

Nr. 8) Obgleich die englische Westbahngesellschaft nicht beanspruchen kann, die Eisenbahn-Triebwagen in Grofsbritannien eingeführt zu haben, gebührt ihr doch das Verdienst der Entwickelung dieser Betriebsart zu einem auf andern Linien unbekannten Grade. Sie hat gegenwärtig etwa ebensoviele Dampftriebwagen im Dienste, wie alle andern englischen Eisenbahnen zusammen. Auf einigen Zweiglinien wird der Verkehr ganz durch Triebwagen unterhalten; diese sind stark genug, eine Anzahl Anhängewagen für verschiedene Zwecke zu befördern. Die Wagen sind von zwei Hauptbauarten, bekannt als Vorstadt- und Zweigbahn-Wagen, die ersteren zur Verwendung in städtischen Gebieten, die letzteren für Land-Zweigbahnen bestimmt. Textabb. 8 und Abb. 5, Taf. XLVI zeigen einen der Vorstadt-Triebwagen der neuesten Form. An dem einen Ende befindet sich der Triebmaschinenraum, in welchem ein stehender Heizrohrkessel mit kegelförmiger Decke aufgestellt ist. Der Kessel liefert Dampf von 11,2 at Spannung an die Maschinenzylinder, welche die gekuppelten Achsen des dieses Wagenende unterstützenden Drehgestelles treiben.

Abb. 8. Vorstadt-Dampftriebwagen.



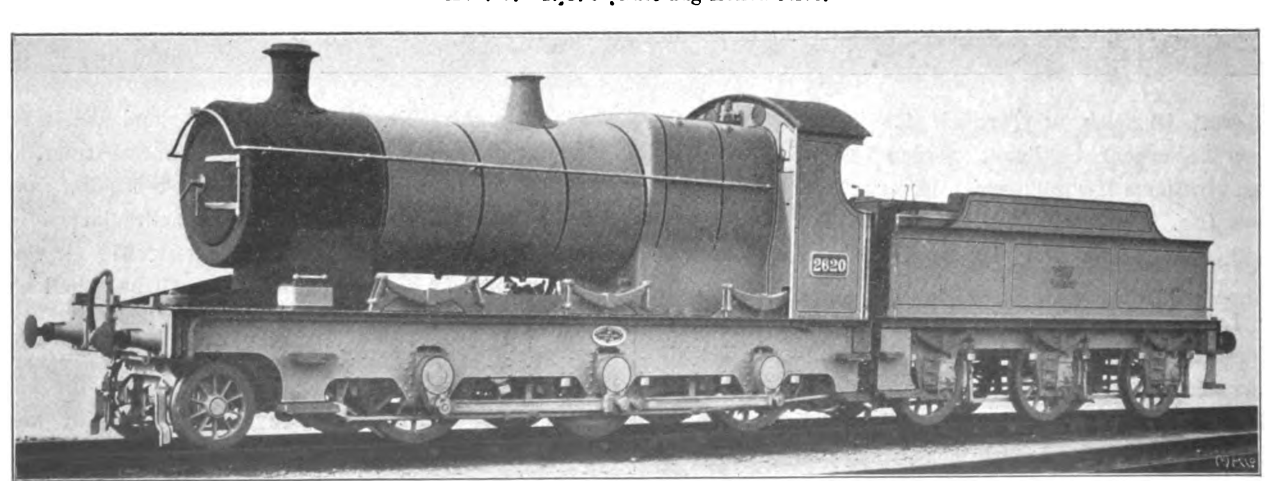
Die Schieber liegen oben auf den Zylindern und werden mittels Walschaert-Steuerung angetrieben.

Der übrige Teil des Wagens ist in drei Abschnitte geteilt, welche von dem für den Führer und Heizer bestimmten abgeschlossen sind. Diese umfassen einen Gepäckraum und zwei Abteile für Reisende, das eine für Raucher, das andere für Nichtraucher.

Ein mittlerer Gang teilt die Sitzplätze in jedem Abschnitte, das Raucherabteil ist von den übrigen Teilen durch eine Tür getrennt. In der Mitte des Wagens befindet sich ein Vorraum mit Seitentüren und Stufen, welche so angeordnet sind, dafs das Ein- und Aussteigen mit gleicher Bequemlichkeit erfolgen kann. Zwischen dem Gepäckraume und dem Raucherabteile sind ebenfalls Seitentüren vorgesehen. Alle Handhaben sind doppelt angeordnet, so dafs der Wagen entsprechend der Fahrrichtung von jedem Ende aus mit gleicher Leichtigkeit betrieben werden kann.

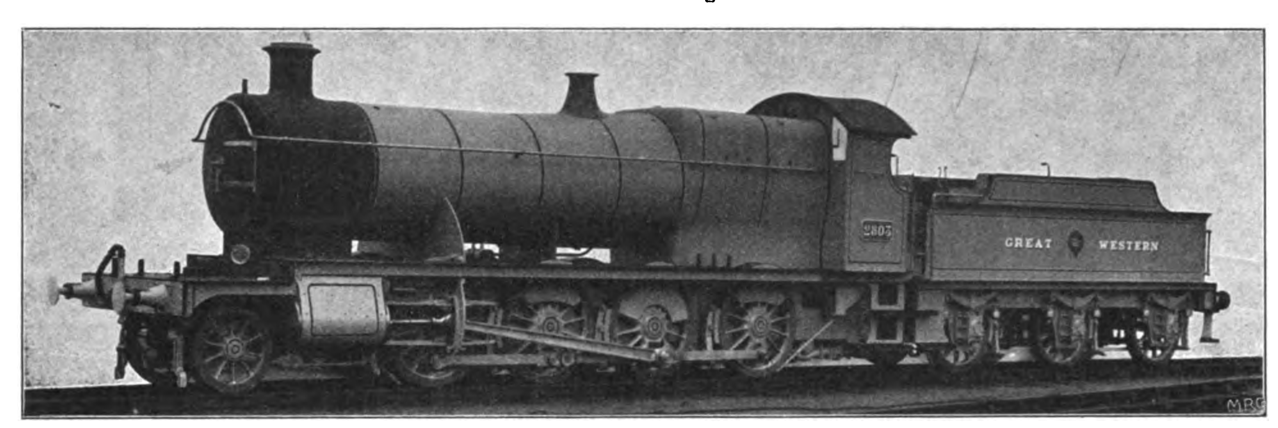
Nr. 9) Der ungeheure Güterverkehr der englischen Westbahn, die schweren Züge und die vielen steilen Steigungen er-

Abb. 9. 1.C.0.-Güterzug-Lokomotive.



fordern die Verwendung von Güterzuglokomotiven der stärksten Bauarten. Diese haben, wie die anderen Lokomotiven, teils Innen-, teils Aufsen-Zylinder, aber die angewendeten Achsanordnungen sind für Lokomotiven neuer Bauart auf zwei vermindert worden. Dies sind die Achsanordnungen 1. C. 0 und 1. D. 0; Lokomotiven dieser Gattungen zeigen Textabb. 9 und 10 und Abb. 6 und 7, Taf. XLVI. Die 1. C. 0-Lokomotive (Textabb. 9, Abb. 6, Taf. XLVI) hat Innen-

Abb. 10. 1. D. 0 - Güterzug-Lokomotive.



zylinder, welche die mittlere Kuppelachse treiben; das vordere Ende ruht auf einem einachsigen Drehgestelle. Die Lokomotive hat Doppelrahmen und Aufsenkurbeln, wie die Schnellzuglokomotiven der »City«-Klasse Nr. 1), der Kessel ist von regelrechter Kegelform, der Tender hat 13,6 cbm Fassungsraum und ist mit Wasserschöpfvorrichtung ausgerüstet.

Nr. 10) Die in Textabb. 10, Abb. 7, Taf. XLVI dargestellte 1. D. 0-Lokomotive stellt in Bezug auf Zugkraft gegenüber der Lokomotive Nr. 9) einen Fortschritt dar und eignet sich zum Befördern der schwersten Güterzüge der englischen Westbahn auf den schwierigsten Strecken der Hauptlinie. Der Kessel ist gegen den der 2. B. 1- und der 2. C. 0-Schnellzuglokomotiven austauschbar, die Zylinder sind nach Regelformen hergestellt. Die Zugkraft dieser grofsen Lokomotiven beträgt 14300 kg.

Die Lichtbilder und Zeichnungen, welche in Textabb. 1 bis 10 und den Tafeln XLV, Abb. 1 bis 3 und XLVI, Abb. 1 bis 7 enthalten sind, wurden in der Lokomotiv- und Wagen-Bauanstalt Swindon angefertigt und dem Verfasser für diesen Aufsatz vom Oberleiter und beratenden Ingenieur der englischen Westbahn James C. Inglis, Mitgliede der Institution of Civil Engineers, gütigst zur Verfügung ge-

Abb. 11. 2. C. 0 - Schnellzug-Lokomotive mit dem „Riviera Limited“.

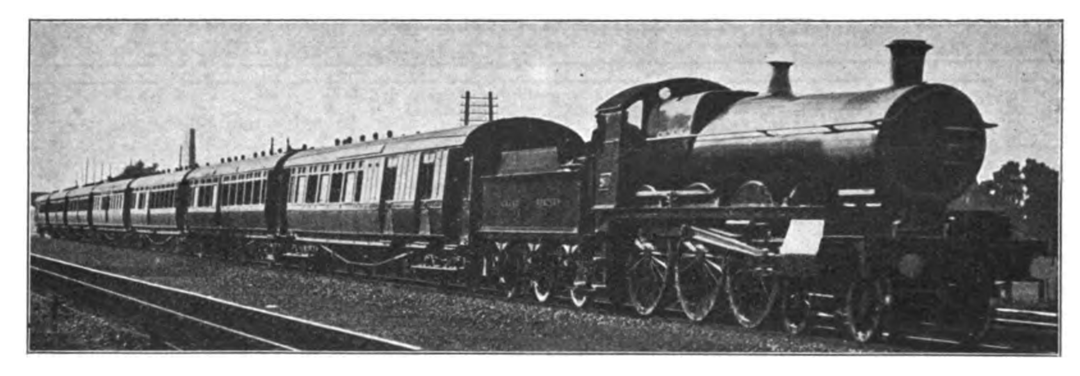


Abb. 12. 2. B. 1 - Schnellzug-Lokomotive mit dem Schnellzuge London-Bristol-Ilfracombe.

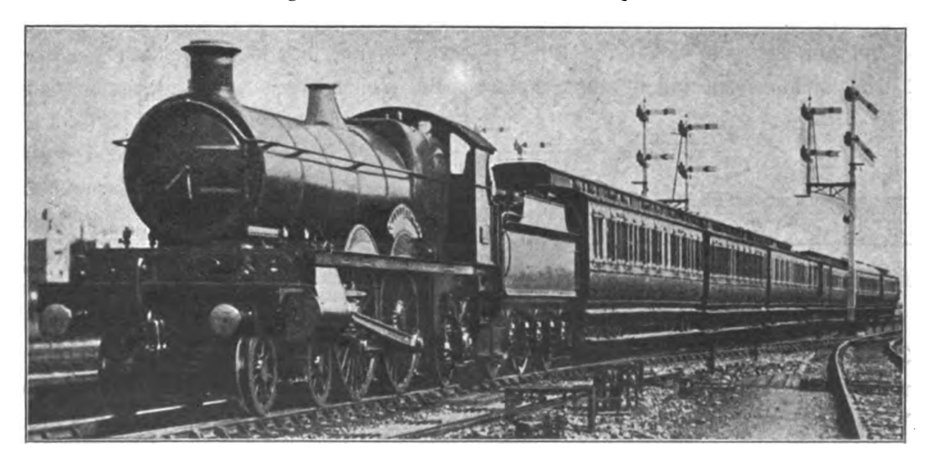
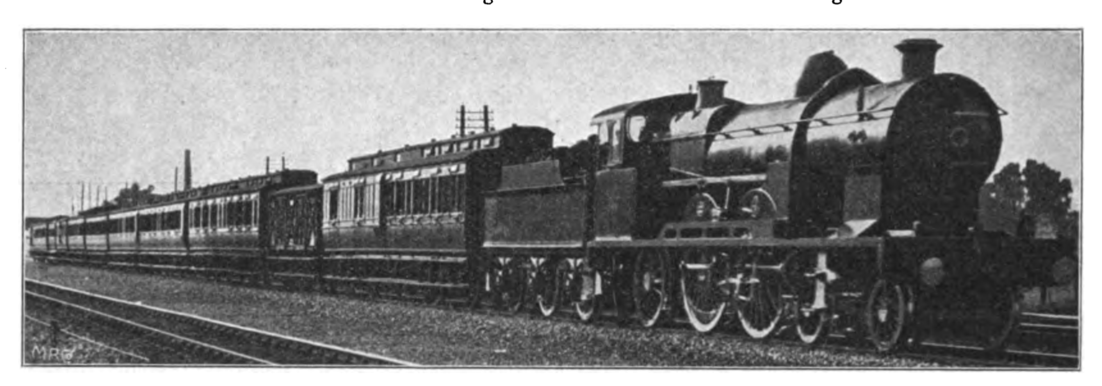


Abb. 13. De Glehn-2. B. 1-Schnellzug-Lokomotive mit einem Schnellzuge der Westbahn.



stellt. In den Textabb. 11, 12 und 13 sind drei Schnellzuglokomotiven mit ihren Zügen dargestellt, um den Eindruck der Fahrbetriebsmittel im ganzen zu zeigen. Textabb. 11 zeigt die 2. C. 0-Schnellzuglokomotive Nr. 3) mit dem »Riviera Limited«-Zuge, den sie von Penzance nach London mit rund 75 km/St. Durchschnittsgeschwindigkeit fährt, Textabb. 12 gibt ein Bild der 2. B. 1-Schnellzuglokomotive Nr. 3) mit dem Schnellzuge London—Bristol—Ilfracombe und schliefslich Textabb. 13 die de Glehn-2. B. 1-Schnellzuglokomotive Nr. 5) in ihrer neuesten Gestaltung mit einem Schnellzuge der Westbahn. Die drei letzten Lichtbilder sind von F. E. Mackay, Battersea-Park, London, hergestellt.

Der Eisenbahnunfall bei Ottersberg.

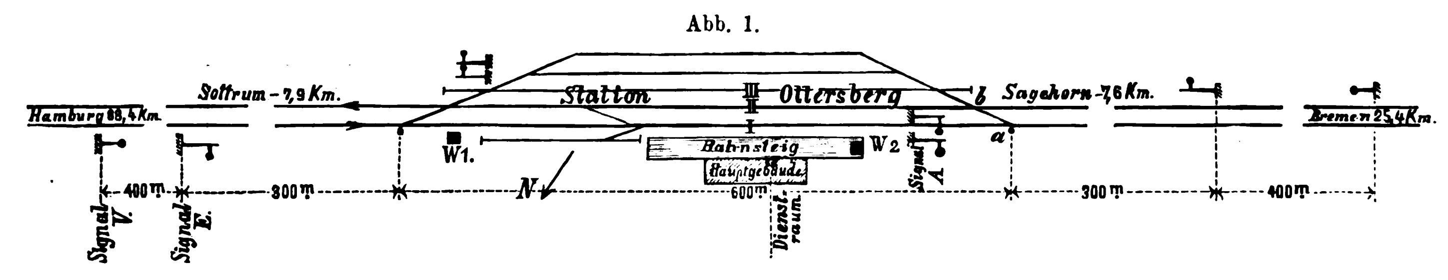
Von **F. N. Wolff**, Telegrapheningenieur der dänischen Staatsbahnen zu Aarhus.

Der Eisenbahnunfall bei Bahnhof Ottersberg zwischen Bremen und Hamburg am 30. Dezember 1906 legt die Frage besonders nahe, ob die Signalvorrichtungen und die heute meist gebräuchliche Art der Signalgebung genügende Sicherheit für den stetig wachsenden Zugverkehr gewähren, denn der Unfall scheint nicht aus dem Versehen eines bestimmten Beamten hervorgegangen zu sein; alles hat der Vorschrift entsprochen.

Man mufs das Unglück als das Ergebnis von zwei, höchstens drei zusammentreffenden Umständen betrachten, die an sich im Bahnbetriebe gewöhnlich sind, und mit denen man deshalb rechnen mufs. Da der Unfall in dieser Beziehung lehrreich erscheint, so soll er hier kurz erörtert werden.

Textabb. 1 stellt die Gleise und Signalverhältnisse des Bahnhofes dar. I und II sind die durchgehenden Gleise der

Abb. 1.



zweigleisigen Strecke, III das Überholungsgleis. Die Signale A gelten für ausfahrende Züge. Für Einfahrt ist der Bahnhof durch die Hauptsignale E und weiter durch Vorsignale gedeckt. Die Weichen und Signale werden von den beiden Wärterbuden W 1 und W 2 bedient, die vom Blockwerke des Dienstraumes im Hauptgebäude abhängen.

Der Zusammenstofs fand bei dichtem Nebel am 30. Dezember 1906 etwa um 1 Uhr nachts statt, indem der Schnellzug Hamburg-Köln Nr. 96 in voller Fahrt in die Flanke des Verschiebebewegungen ausführenden Eilgüterzuges 6010 hineinfuhr. Der Nebenplan Textabb. 2 zeigt die Stellung und die Bewegungsrichtung der Züge. Die näheren Umstände waren folgende.

Abb. 2.

Der Eilgüterzug war von Sottrum etwas verspätet eingelaufen und sollte von dem nachfolgenden Schnellzuge in Ottersberg überholt werden. Das Stellwerk W 1 versagte wegen Festfrierens der Weichenzunge, sodafs die Station den Eilgüterzug zuerst in Gleis I vorfahren lassen mufste, um ihn durch die Weichen a/b am entgegengesetzten Ende des Bahnhofes mittels Stellwerkes W 2 rückwärts in Gleis III hinein zu bringen. Während dieser Rückbewegung erfolgte der Zusammenstofs.

Der Bahnhof war durch »Halt«-Signale vorschriftsmäfsig gedeckt, diese wurden aber von dem Schnellzuge wegen des dichten Nebels und Rauhreifes überfahren. Es ist von Bedeutung, zu untersuchen, in welcher Weise die Unfallstelle bei Weiche a/b geschützt war.

Von drei Signalen stand das Ausfahrsignal A 150 m, das

Einfahr-Hauptsignal E 300 m vor der Stelle und das Vorsignal 400 m vor dem Hauptsignale. Alle Signale standen auf »Halt« und waren voll beleuchtet, der nicht seltene Fall des Auslöschens der Laternen lag nicht vor. Trotzdem mufs es nach dem, was bekannt geworden ist, für wahrscheinlich gehalten werden, dafs der Lokomotivführer des Schnellzuges in Wirklichkeit nichts von den Signalen gesehen hat. Dann ist die Frage wichtig, ob das eine Folge von Unachtsamkeit war, oder ob er die Signale wegen des Nebels nicht sehen konnte.

Der Führer der ersten Lokomotive des Schnellzuges wurde getötet, vom Führer der zweiten soll die Aussage vorliegen, dafs er keine Ahnung hatte, wo sie sich befanden, bevor sie über eine kleine Brücke am Bahnhofe fuhren. Die Erscheinung, dafs die Signale im Nebel verschwinden, ist bekannt; aber wenn sie auch nicht völlig unsichtbar werden, verlieren sie doch schon bei weniger dichtem Nebel, Regen oder Schnee so viel von ihrer Sichtbarkeit, dafs die Signaldeckung den Bremsweg an Länge nicht erreicht, ja oft wird das Signal erst im Augenblicke der Vorbeifahrt bemerkbar. Wenn die Fahrgeschwindigkeit des Zuges grofs ist, und etwa zufälliger Umstand, wie der Dampf der Lokomotive mitwirkt, wird der Führer das Überfahren des Signales überhaupt nicht bemerken. Dies scheint in Ottersberg eingetreten zu sein.

Der Schnellzug 96 sollte seine Zeit möglichst einhalten, die Geschwindigkeit mufste also grofs sein, Nebel und Rauhreif waren dicht. Der Lokomotivführer konnte die Signale nicht beobachten, ohne seinen Zug aus der Fahrzeit zu bringen. Anderseits wufste er aus zahlreichen Erfahrungen, dafs die Strecke für seinen Zug frei sein mufste, er ist also darauf losgefahren, um gewissenhaft die Zeit einzuhalten.

Ein solches Fahren aufs Geratewohl ist im heutigen Bahnbetriebe viel häufiger, als mancher wohl annimmt. Auf Seite des Führers macht sich hierbei eine Mischung von Ehrgefühl und sportlichem Triebe geltend, die wohl jedem bekannt ist, der etwa beim Betreiben eines Sportes selbst öfter in die Lage kommt, alles an die schnelle Erreichung eines gesteckten Zieles zu setzen.

Uns aber tritt aus der Unglücksnacht die Frage entgegen, ob es zu verantworten ist, ein solches Fahren in Ungewifsheit zu verlangen oder auch nur zu genehmigen, wenn die Signalgabe durch die Natur aufgehoben ist, ob also der Betrieb heute noch allein auf die Lichtsignale gegründet werden darf.

Will man angesichts der zeitweisen Unbrauchbarkeit der Lichtsignale doch den Betrieb unverlangsamt aufrecht erhalten, so erscheint es unvermeidlich, zu anderen Signalmitteln zu greifen, die nicht versagen; in jener Nacht sind unter der weit verbreiteten Nebeldecke viele Züge in derselben Lage gewesen. Wenige Stunden nach dem Zusammenstofse bei Ottersberg um 4 Uhr nachts ereignete sich ein ähnlicher, zwar minder schwer, aber auch Menschenleben kostend, in der Nähe von Cöln, indem der Luxuszug 53 Wien-Ostende bei Station Kalscheuren wegen Übersehens des »Halt«-Signales auf einen vorausfahrenden Güterzug auflief.

In dem Verhältnisse der Signalüberfahrungen zu der Zahl der Züge, die auf einer bestimmten Strecke verkehren, könnte man geradezu ein Wahrscheinlichkeitsmafs für derartige Unfälle aufstellen, wenn man dabei die hier nicht betrachteten, rein aus Unachtsamkeit vorkommenden, ausschliefst.

Die preufsisch-hessischen Staatsbahnen hatten früher Bestimmungen über allgemeine Anwendung von Hörsignalen oder Knallkapseln bei nebeliger Witterung, um die Lichtsignale zu unterstützen. Danach sollten im Falle von Zug-Kreuzungen und Überholungen Knallkapseln auf den Schienen ausgelegt werden. Diese Vorschriften reichten jedoch nicht aus, denn es war mit zu grofser Schwierigkeit für die Stationen verbunden, die Knallkapseln rechtzeitig und an rechter Stelle weit vor den Hauptsignalen auszulegen. Wahrscheinlich deshalb wurde die Anwendung des Knallsignales bedeutend eingeschränkt. Nach den jetzigen Vorschriften sollen die Stationen in solchem Falle keine Knallkapseln auslegen, deshalb wurden in jener nebeligen Nacht in Ottersberg keine verwendet.

Es wird also jetzt die Frage sein, ob es nicht zweckmäfsiger wäre, die Hörsignalmittel zu entwickeln statt einzuschränken, und zwar etwa dadurch, dafs das Knallsignal von festen Posten nach Auftrag durch Drahtnachricht seitens des Hauptsignalpostens ausgelegt wird. Durch eine solche Nebelsignalgabe dürften die mit den Knallkapseln früher erzielten Mifserfolge gehoben werden.

Jedenfalls hat sich das Sichtsignal als einziges als ungenügend erwiesen, es kann nur den Anspruch auf ein weiteres Hülfsmittel erheben. Gewifs lassen sich noch andere Mittel für Nebelsignale finden, vielleicht wird die Funkenverbindung auch hier eine Aufgabe des Bahnsignalwesens der Zukunft zu lösen haben, die Versuche damit haben begonnen.

Bis dahin aber sollte das ungenügende Sicht-Signalwesen durch die schon erprobten Mittel verstärkt werden.

Vereins-Angelegenheiten.

Verband deutscher Elektrotechniker.

Auf der Jahresversammlung des Verbandes deutscher Elektrotechniker ist ein neuer Wortlaut der »Anleitung zur ersten Hülfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe«, der unter Mitwirkung des Reichsgesundheitsamtes aufgestellt worden ist, angenommen. Da die Kenntnis solcher Anleitungen grofsen Wert hat, machen wir auf das Erscheinen dieser »Anleitung« bei J. Springer, Berlin N. 24, aufmerksam. Sie ist in Taschenbuchform zum Preise von 60 Pf. für 10, und zu 5 M für 100 Abdrücke, in Anschlagform in Rollen zum Preise von 3 M für 10 und zu 6 M für 25 Abdrücke zu beziehen.

Statistische Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen für das Rechnungsjahr 1905.

Aus dem Vereinsberichte für das Jahr 1905 teilen wir nachstehend die wichtigsten Endergebnisse mit, denen vergleichshalber die Ziffern der beiden Vorjahre beigefügt sind.

Das Rechnungsjahr liegt nicht gleich für alle Bahnen, es bezieht sich für 34 unter den 46 deutschen Eisenbahnen und für die Rumänische Staatseisenbahn auf die Zeit vom 1. April 1905 bis 31. März 1906 und für die Chimay-Bahn auf die Zeit vom 1. Oktober 1904 bis Ende September 1905. Bei allen übrigen Vereins-Bahnen stimmt das Rechnungsjahr mit dem Kalenderjahre überein.

Im ganzen gehörten dem Vereine 79 verschiedene Bahnbezirke an, wobei die einzelnen Verwaltungsbezirke der preufsischen Staatseisenbahnen gesondert gezählt sind.

Die Bahnlänge ergibt sich aus Zusammenstellung I.

Zusammenstellung I.

Jahr	Vollspurige Strecken: Haupt-bahnen	Vollspurige Strecken: Neben-bahnen	Schmal-spurige Strecken	Bahn-länge am Ende des Jahres	Von der Bahnlänge sind ein-gleisig	zwei-gleisig	drei-gleisig	vier-gleisig
	Kilometer							
1905	61682	35284	1690	98656	73576	24849	49,14	181,2
1904	61223	34049	1637	96910	72308	24373	48,81	180,0
1903	60753	33163	1525	95442	71290	23922	54,0	174,9

Die Betriebslänge betrug am Ende der Jahre 1903, 1904 und 1905:

Jahr	Ueberhaupt	Davon dienen dem Personenverkehre	dem Güterverkehre
	Kilometer		
1905	99798	98050	99592
1904	98028	96342	97831
1903	96423	94926	96233

Die Gleislängen sind der Zusammenstellung II zu entnehmen:

Zusammenstellung II.

Jahr	Länge der durchgehenden Gleise	der übrigen Gleise einschliefslich der Weichenverbindungen	aller Gleise
	Kilometer		
1905	122466	43895	166361
1904	120292	42452	162743
1903	118476	41253	159728

Bezüglich des Oberbaues geben die nachstehenden Zusammenstellungen III und IV Aufschlufs:

Zusammenstellung III.

Jahr	Von der Länge der durchgehenden Gleise bestehen aus eisernen Schienen km	Stahlschienen km	Zusammen km	Von der Länge der durchgehenden Gleise auf Einzelunterlagen entfallen auf Gleise mit Schienen schwer für 1 m: bis einschl. 30 kg/m km	über 30 bis einschl. 35 kg/m km	über 35 bis einschl. 40 kg/m km	über 40 bis einschl. 45 kg/m km	über 45 kg/m km	hölzernen Querschwellen km	eisernen Querschwellen km	Steinwürfeln u. s. w. km
1905	3684	118564	122248	19089	61268	21981	17458	860	100440	20198	19
1904	4368	115636	120004	18939	61743	22424	14492	763	98821	19479	20
1903	4934	113364	118298	18685	62214	23303	11597	683	97765	18699	19

Zu den durchgehenden Gleisen wurden verwendet:

Zusammenstellung IV.

Jahr	Hölzerne Querschwellen im ganzen	auf 1 km Gleis	Eiserne Querschwellen im ganzen	auf 1 km Gleis	Steinwürfel im ganzen	auf 1 km Gleis
1905	127383694	1268	26615314	1318	26223	1411
1904	124296351	1258	25291093	1298	27876	1407
1903	122440486	1252	24021576	1285	29055	1727

Die Neigungsverhältnisse sind aus Zusammenstellung V zu entnehmen.

Zusammenstellung V.

Jahr	Bahnlängen in wagerechten Strecken: überhaupt km	in % der ganzen Länge	Bahnlänge in Steigungen oder Gefällen: überhaupt km	in % der ganzen Länge	im Verhältnisse bis 1 : 200 einschl. km	von 1 : 200 bis 1 : 100 einschl. km	von 1 : 100 bis 1 : 40 einschl. km	über 1 : 40 km
1905	30531	31,48	66442	68,52	38698	17198	10153	394
1904	29914	31,39	65366	68,61	38151	16921	9913	381
1903	29510	31,42	64414	68,58	37645	16709	9684	375



Die **Krümmungsverhältnisse** sind der Zusammenstellung VI zu entnehmen.

Zusammenstellung VI.

Jahr	Bahnlänge in geraden Strecken: überhaupt km	in % der ganzen Länge	Bahnlänge in gekrümmten Strecken: überhaupt km	in % der ganzen Länge	R ≧ 1000	R ≦ 500 < 1000	R ≦ 300 < 500	R<300m
					Kilometer			
1905	68874	71,02	28100	28,98	8483	8582	6953	4082
1904	67741	71,09	27539	28,91	8376	8432	6790	3942
1903	66834	71,16	27090	28,84	8294	8291	6635	3870

Der ganze Betrag des verwendeten Anlagekapitales ergibt sich aus Zusammenstellung VII.

Zusammenstellung VII.

am Ende des Jahres	im ganzen Mark	auf 1 km Bahnlänge Mark
1905	24 839 293 891	270621
1904	24 325 590 448	270093
1903	23 874 289 751	270433

Im **Personenverkehre** wurden geleistet:

Zusammenstellung VIII.

Jahr	Personenkilometer. Millionen: I	II	III	IV	Militär	Im ganzen	Verkehr auf 1 km. Reisende: I	II	III	IV	Militär	Im ganzen	Vom Verkehre für 1 km kommen in % auf: I	II	III	IV	Militär
1905	705,0	4895,8	19905,3	8739,5	1618,6	35894,2	7561	52508	213484	93731	17681	384965	1,96	13,64	55,46	24,4	4,6
1904	651,7	4624,4	18551,9	8157,9	1596,3	33582,2	7089	50303	201803	88739	17364	365104	1,94	13,77	55,25	24,3	4,8
1903	637,2	4437,6	17348,5	7732,2	1546,0	31701,5	7069	49233	192475	85786	17152	351715	2,01	14,00	54,70	24,4	4,9

Die entsprechenden Leistungen im **Güterverkehre** sind:

Zusammenstellung IX.

Jahr	Eil- u. Expreſsgut: Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Stückgut*): Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Wagenladungen*): Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Lebende Tiere: Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Im ganzen: Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Frachtfrei: Tonnen-Kilometer
1905	604270521	6377	0,99	3199015133	33762	5,31	56448478510	595751	92,35	817580422	8629	1,35	61069344586	644519	100	4633521602
1904	556264420	5960	0,99	3043924662	32614	5,44	52611353661	563710	92,25	738507834	7913	1,32	56950050577	610197	100	4419860915
1903	513708624	5621	0,94	2797897173	30613	5,20	50759951167	555396	92,45	761023067	8327	1,41	54832580031	599957	100	4422609263

*) Einschlieſslich Militärgut und frachtpflichtigem Dienstgut.

Die **Einnahmen** aus dem Personenverkehre ausschlieſslich der Einnahmen für Beförderung von Gepäck und Hunden und ausschlieſslich der Nebeneinnahmen stellten sich in den drei Jahren 1903 bis 1905 wie folgt:

Zusammenstellung X.

Jahr	Ganze Einnahme M.	Einnahme auf 1 Personen-Kilometer: I Pf.	II Pf.	III Pf.	IV Pf.	Militär Pf.	überhaupt Pf.	Von den Einnahmen für 1 km mittlerer Betriebslänge kommen % auf: I	II	III	IV	Militär
1905	926266600	6,67	4,22	2,47	1,86	1,13	2,58	5,08	22,32	53,06	17,53	2,01
1904	868020830	6,65	4,22	2,47	1,87	1,11	2,58	5,00	22,49	52,86	17,60	2,05
1903	831458029	6,71	4,30	2,50	1,90	1,12	2,62	5,15	22,94	52,20	17,65	2,06

Die **Einnahmen** aus dem Güterverkehre waren:

Zusammenstellung XI.

Jahr	Ganze Einnahme M.	Einnahmen für 1 Tonnen-Kilometer: Eil- und Expreſsgut Pf.	Stückgut*) Pf.	Wagenladungen*) Pf.	lebende Tiere Pf.	überhaupt Pf.	Von der Einnahme für 1 km mittlerer Betriebslänge kommen % auf: Eilgut	Stückgut*)	Wagenladungen*)	lebende Tiere	Nebeneinnahmen
1905	2308308720	16,57	9,69	3,15	7,45	3,69	4,34	13,43	77,16	2,64	2,26
1904	2151756319	16,98	9,75	3,15	7,54	3,69	4,38	13,72	76,90	2,58	2,25
1903	2066330220	16,88	9,74	3,15	7,50	3,68	4,20	13,19	77,43	2,76	2,24

*) Einschlieſslich Militärgut und frachtpflichtigem Dienstgut.

Die Einnahme aus allen Quellen betrug

im Jahre 1905	3 525 705 632	Mark;
« « 1904	3 293 751 218	«
« « 1903	3 162 697 962	«

Davon entfallen auf die Einnahmen:

	1905	1904	1903
aus dem Personenverkehre	27,60 %	27,68 %	27,61 %
« « Güterverkehre	66,05 «	65,89 «	65,90 «
« sonstigen Quellen	6,35 «	6,43 «	6,49 «

Die Ausgaben im ganzen und die Ausgaben für jedes Kilometer mittlerer Betriebslänge betrugen:

Zusammenstellung XII.

Jahr	Persönliche Ausgaben		Sachliche Ausgaben		Ausgaben im ganzen	
	Im ganzen M.	Für 1 km Betriebslänge M.	Im ganzen M.	Für 1 km Betriebslänge M.	Im ganzen M.	Für 1 km Betriebslänge M.
1905	1066760051	10795	1121940936	11353	2206644309	22148
1904	1013275002	10409	1044653532	10732	2073824081	21142
1903	958001246	10056	1005285785	10552	1978509923	20608

Die Überschufsergebnisse zeigt die Zusammenstellung XIII, in welcher die wirklichen Überschüsse und Minderbeträge besonders kenntlich gemacht, auch die Verhältnisse der Betriebsausgabe zur Gesammteinnahme in % angegeben sind:

Zusammenstellung XIII.

Jahr	Einnahme-Ueberschufs Im ganzen M.	Einnahme-Ueberschufs Auf 1 km Betriebslänge M.	Betriebs-Ausgabe in % der ganzen Einnahme
1905	1319088762 — 27439	13892	37,41
1904	1220002104 — 74967	13033	37,04
1903	1184257559 — 69520	12912	37,44

Betriebsunfälle sind nach Ausweis der Zusammenstellung XIV vorgekommen:

Zusammenstellung XIV.

Jahr	Entgleisungen Freie Bahn	Entgleisungen Bahnhof	Entgleisungen Im ganzen	Zusammenstöfse Freie Bahn	Zusammenstöfse Bahnhof	Zusammenstöfse Im ganzen	Sonstige Unfälle Freie Bahn	Sonstige Unfälle Bahnhof	Sonstige Unfälle Im ganzen	Im ganzen Freie Bahn	Im ganzen Bahnhof	Im ganzen Im ganzen
1905	353	727	1080	72	588	660	1611	3250	4861	2036	4565	6601
1904	316	757	1073	62	582	644	1432	2889	4321	1810	4228	6038
1903	278	681	959	46	484	530	1303	2626	3929	1627	3791	5418

Über die vorgekommenen Tötungen (t) und Verwundungen (v) gibt die Zusammenstellung XV Auskunft:

Zusammenstellung XV.

Reisende

Jahr	unverschuldet t	unverschuldet v	durch eigene Schuld t	durch eigene Schuld v	im ganzen überhaupt t	im ganzen überhaupt v	auf je 1000000 Personen-Kilometer t	auf je 1000000 Personen-Kilometer v	auf je 1000000 Personen-Wagenachs-Kilometer t	auf je 1000000 Personen-Wagenachs-Kilometer v
1905	35	577	125	297	160	874	0,004	0,024	0,02	0,11
1904	2	308	101	275	103	583	0,003	0,017	0,014	0.08
1903	20	413	97	221	107	634	0,003	0,020	0,015	0,09

Beamte

Jahr	unverschuldet t	unverschuldet v	durch eigene Schuld t	durch eigene Schuld v	im ganzen überhaupt t	im ganzen überhaupt v	auf 1000000 Wagen-achs-Kilometer t	auf 1000000 Wagen-achs-Kilometer v
1905	47	499	777	2118	824	2617	0,02	0,08
1904	35	402	698	1989	733	2391	0,02	0,07
1903	34	378	649	1790	683	2168	0,02	0,07

Dritte Personen

Jahr	unverschuldet t	unverschuldet v	durch eigene Schuld t	durch eigene Schuld v	im ganzen überhaupt t	im ganzen überhaupt v	auf 1000000 Wagen-achs-Kilo-meter t	auf 1000000 Wagen-achs-Kilo-meter v
1905	9	75	691	615	700	690	0,02	0,02
1904	5	82	572	491	577	573	0,02	0,02
1903	6	46	546	475	552	521	0,02	0,02

Im ganzen

Jahr	unverschuldet t	unverschuldet v	unverschuldet zusammen auf 1000000 Achskilom.	durch eigene Schuld t	durch eigene Schuld v	durch eigene Schuld zusammen auf 1000000 Achskilom.	zusammen t	zusammen v	zusammen auf 1000000 Achskilom.
1905	91	1151	0,04	1593	3030	0,135	1684	4181	0,17
1904	42	792	0.03	1371	2755	0,127	1413	3547	0,15
1903	60	837	0,03	1292	2486	0,121	1352	3323	0,15

An Achs-, Reifen- und Schienenbrüchen kamen vor:

Zusammenstellung XVI.

Jahr	Achsbrüche		Reifenbrüche		Schienenbrüche						
	Anzahl	Zahl der Entgleisungen durch Achsbrüche	Anzahl	Zahl der Entgleisungen durch Reifenbrüche	Anzahl bei eisernen Schienen	Anzahl bei Stahlschienen	Anzahl bei Stahlkopfschienen	Anzahl im ganzen	davon auf eisernen Langschwellen	auf 1 km Betriebslänge	Zahl der Unfälle durch Schienenbrüche
1905	123	36	727	18	132	15673	762	16567	182	0,17	17
1904	119	40	673	17	210	13079	856	14145	148	0,15	15
1903	108	34	590	18	179	14426	525	15130	229	0,16	16

Die vorstehenden Zifferangaben bilden nur einen kurzen Auszug aus dem Berichte, der für jeden der 79 Bahnbezirke die eingehendsten Einzelmitteilungen über Bau, Betrieb, Verwaltung, Zahl und Gehaltsverhältnisse der Angestellten, Wohlfahrteinrichtungen, Bestand und Leistungen der Fahrbetriebsmittel u. s. w. enthält.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Oberbau.

Haftkraft der Schwellenschrauben.

(Railroad Gazette 1907, April, Band XLII, S. 518.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 und 10 auf Tafel XLVI.

Zur Bestimmung der Haftkraft der Schwellenschrauben wird von mehreren französischen Eisenbahngesellschaften eine von A. Collet erfundene Maschine von 6 kg Gewicht und 8 t Kraft verwendet.

Die ganz aus Eisen bestehende Vorrichtung hat ein quadratisches Fufsgestell s (Abb. 10, Taf. XLVI), durch dessen Öffnung der Kopf der Schwellenschraube eingeführt wird, um im Fufse der Klaue g festgehalten zu werden. Der Klauenfufs besteht mit den Zugbacken f und der Schraubenmutter d, in der die bei r durch den Schraubenschlüssel für die Schwellenschrauben geführte Triebschraube v arbeitet, aus einem Stücke. Zwischen den beiden Backen befindet sich ein Zylinder c, dessen beide Flanschen n auf dem Fufsgestelle ruhen. Der Zylinder enthält bei t flüssiges Glyzerin und darüber einen mit Leder gedichteten Kolben p, welcher eine kleine Kugel l trägt.

Am Ende des einen der Flanschen n befindet sich ein Druckmesser, welcher den Druck auf die durch die Leitung m gehende Flüssigkeit angibt. b ist ein Knopf zum Lösen und e eine symmetrische Anordnung zur Aufnahme eines Eichmafses zur etwa erforderlichen Untersuchung des Druckmessers. Der Hub des Klauenfufses beträgt 40 mm.

Mit dieser Maschine sind an den gewöhnlichen und an den von Collet erfundenen zusammengesetzten Schwellen mit oder ohne Dübel (treenail)*) Versuche gemacht worden.

Die Haftkraft der Schwellenschrauben in den zusammengesetzten Schwellen ohne Dübel betrug ungefähr 5650 kg, in denjenigen mit Dübeln ungefähr 7250 kg.

Die folgende Zusammenstellung enthält die Haftkraft der Schwellenschrauben in den gewöhnlichen Schwellen.

Kieferne Schwellen	annähernd	3500 kg
« « mit Dübeln . .	«	5000 «
Neue Eichenschwellen	annähernd	6000 kg
« « mit Dübeln .	«	7000 «
Eichenschwellen, acht Jahre im Dienste	«	3400 «
« « « « « mit neuen Dübeln	«	5500 «
Eichenschwellen mit alten Dübeln .	«	3400 «

*) Organ 1903, S. 169.

Die Haftkraft der Schwellenschrauben in den zusammengesetzten Schwellen betrug im Durchschnitt 5650 kg, also fast so viel, wie in neuen Eichenschwellen; das Holz der Keile hatte jedoch viele Risse und war anscheinend durch Frost gespalten. Ihr eigener Widerstand war sicher geringer, als bei Verwendung von gesundem Holze. Der einmal in seine Lage gebrachte Mittelkeil der Collet-Schwelle hebt sich nicht weiter, welcher Kraft auch die Schwellenschraube ausgesetzt ist; das Haften ist dann in gewisser Weise gesichert, und wegen des Zusammendrückens der Holzfasern sogar wirksamer, als gewöhnlich. Deshalb gibt auch die Verwendung der Dübel einen gröfsern Widerstand als denjenigen des Holzes, aus dem sie bestehen.

So macht das Zusammendrücken des Holzes einen der Hauptwerte der Schwelle aus, und um dies zu zeigen, wurden die Keile mit Holznägeln versehen. Der Erfolg war der erwartete; die zusammengedrückten wagerechten Fasern der Blöcke wirkten auf die senkrechten Fasern des Holznagels zurück, und der Widerstand wuchs um ungefähr 20 %, mit Blöcken aus gesundem, faserigem und elastischem Holze mit an den Befestigungstellen eingesetzten Dübeln wurde also ein bekannte Grenzen überschreitender Widerstand erreicht. Um zu sehen, wie Schwellen aus Holzblöcken der angegebenen Art sich verhalten würden, wurden mit Blöcken aus Hornbaum- und Ulmenholz versehene Schwellen geprüft, aber leider waren die verwendeten Hölzer vollkommen gedörrt. Trotz dieses ungünstigen Umstandes waren die Ergebnisse sehr befriedigend, da an einem Mittelkeile eine Kraft von 8900 kg, die Kraftgrenze der Maschine, und an den Seitenkeilen Kräfte zwischen 7000 und 7300 kg erhalten wurden. B—s.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Neuer Personenbahnhof in Toronto.

(Railroad Gazette 1907, Mai, Band XLII, S. 718. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnung Abb. 11 auf Tafel XLVI.

Die Grand-Trunk-Bahn und die kanadische Pacific-Bahn haben kürzlich die Pläne für einen neuen Personenbahnhof in Toronto, Kanada, fertiggestellt. Er wird neben den jetzigen Bahnhof gelegt. Das jetzige Empfangsgebäude liegt zwischen »Simcoe street« und »York street« nördlich von »Station street« (Abb. 11, Taf. XLVI). Das neue Gelände hat unregelmäfsige Grundfläche, welche im Westen durch »York street«, im Norden durch »Front street« und im Süden durch »Esplanada street« begrenzt ist. Die letztgenannte Strafse wird westlich von »Yonge street« aufgehoben. Der aufgehobene Teil, und daher die südliche Grenze des neuen Geländes, ist in Abb. 11, Taf. XLVI durch die gestrichelten Linien angedeutet, welche eine Fortsetzung des auf der Ostseite des Lageplanes angegebenen, nicht geschlossenen Teiles bilden und sich ziemlich unregelmäfsig bis zu einer Stelle südlich des Treffpunktes von »York street« und »Station street« erstrecken. Das neue Gelände erstreckt sich östlich von »Bay street« ungefähr bis zu der geplanten Strafse.

Das neue Empfangsgebäude liegt an der Südseite von »Front street« und wird im Westen von »York street« und im Osten von »Bay street« begrenzt. Das jetzt westlich von »York street« liegende Bestätterungsgebäude wird für den Bestätterungsdienst der Grand-Trunk-Bahn beibehalten, während für den der kanadischen Pacific-Bahn östlich von »Bay street« ein neues Bestätterungsgebäude von gleicher Gröfse und in ähnlicher Lage zum Empfangsgebäude errichtet wird. Zwischen dem Empfangsgebäude und »Front street« bleibt ein 19,81 m breiter Platz für Wagen und Fufsgänger. Das Empfangsgebäude ist 30,48 m breit, und zwischen ihm und den Gleisen befindet sich ein 27,43 m breiter Bahnsteigvorplatz.

Die Gleisanlage besteht aus neun durchgehenden und zwei Stumpfgleisen mit fünf Personen- und zwei Gepäck-Bahnsteigen. Die Bahnhofsgleise sind mit den vier Streckengleisen auf der Ostseite und den beiden Streckengleisen auf der Westseite durch je ein Stellwerk verbunden. Die Bahnsteige sind 426,72 m lang, die Personenbahnsteige sind ungefähr 6,10 m und die Gepäckbahnsteige 3,05 m breit.

Gegenüber der Mitte des Empfangsgebäudes ist ein 15,24 m breiter Personentunnel vorgesehen; die ganze Höhe der Bahnsteigtreppen beträgt ungefähr 3,05 m.

Für die Gepäck- und Bestätterungs-Wagen sind drei Tunnel vorgesehen; einer führt zum Kellergeschosse der Gepäckabfertigung und je einer zu den Kellergeschossen der beiden Bestätterungsgebäude. Die Beförderung der Wagen von den Tunneln nach den Bahnsteigen und umgekehrt erfolgt durch elektrische Aufzüge.

Der Hauptteil der Bahnsteige und des Bahnsteigvorplatzes wird durch eine 243,84 m lange und 96,01 m breite Halle überdeckt. Die Binder haben drei Öffnungen. Der zwischen der Halle und dem Empfangsgebäude verbleibende Raum wird überdacht.

An jedem Ende des Bahnsteigvorplatzes befindet sich ein Hof für Strafsenfahrzeuge, so dafs es zur Erlangung eines Wagens nicht nötig ist, durch das Empfangsgebäude zu gehen. Der östliche Hof ist auch für die Wagen der Gepäckbeförderungs-Gesellschaften und den Gepäckdienst bestimmt.

Am äufsersten östlichen Ende des Empfangsgebäudes befindet sich eine Anlage zur Versorgung des Empfangsgebäudes und der Züge mit Wärme, Licht, Dampf, heifsem Wasser, Prefsluft, Kühlung und dergleichen.

Das Empfangsgebäude besteht aus einem mittlern Hauptgebäude mit zwei Dienstflügeln. Im Hauptgebäude befindet sich in einer Ebene mit den Gleisen die 1602 qm grofse allgemeine Wartehalle. Der Zugang erfolgt unmittelbar durch drei grofse Öffnungen mit je neun Türen unmittelbar vom Bahnhofsvorplatze aus. Der Ausgang nach den Zügen erfolgt durch drei ähnliche Öffnungen mit je neun nach dem Bahnsteigvorplatze führenden Türen.

An den vier Seiten der Wartehalle befinden sich die Fahrkartenausgabe, die Räume für Fernschreiber und Fernsprecher, eine Auskunftstelle, Zeitungstände, eine geräumige Handgepäckablage und andere Einrichtungen.

Ein breiter Durchgang am Ostende führt unmittelbar nach der im östlichen Dienstflügel befindlichen Gepäckabfertigung. Diese besteht aus Keller- und Erdgeschofs und hat im ganzen ungefähr 2600 qm Flächeninhalt. Ein ähnlicher Durchgang am Westende der Wartehalle führt unmittelbar nach dem westlichen Dienstflügel, in welchem sich Wartezimmer für Männer und Frauen, nebst je einer ausgedehnten Abortanlage befinden; für Frauen sind auch Nebenzimmer vorgesehen. Ferner befinden sich in diesem Gebäudeteile eine Bartscherstube, Stiefelputzerstände und andere Einrichtungen, sowie ein gut ausgestatteter grofser Erfrischungstisch.

Zwischen der Wartehalle und dem östlichen, beziehungsweise westlichen Dienstflügel ist je ein von Norden nach Süden verlaufender breiter Durchgang angeordnet. Diese Durchgänge sollen hauptsächlich als Ausgänge dienen, so dafs die Ankommenden nicht durch die Wartehalle zu gehen brauchen. Die Abreisenden können durch den östlichen Durchgang eintreten, und ohne Verwirrung und Verzögerung ihr Gepäck aufgeben, und ihre Fahrkarten lösen.

Die Hauptwartehalle kann nicht bequem als Durchgang benutzt werden, was ihre Behaglichkeit erhöht. Sie hat eine Höhe von drei Stockwerken und wird durch vierzehn grofse Fenster erleuchtet, sieben an der Nordseite und sieben an der Südseite. In der Höhe des ersten Obergeschosses der Dienstflügel läuft um alle vier Seiten der Halle ein Gang; der nördliche Gang führt zu einer Reihe geräumiger Dienstzimmer für die Beamten des Bahnhofsdienstes. Im westlichen Flügel befinden sich in diesem Stockwerke ein grofses Speisezimmer, Anrichte, die Küche und Zubehör. Im östlichen Flügel befindet sich eine grofse Halle für die Absonderung und Behandlung von Einwanderern, nebst Nebenzimmern und Aborten für Männer

und Frauen, sowie geräumigen Zimmern für die Beamten dieses Dienstes.

In dem sich über die ganze Wartehalle erstreckenden Stockwerke und im obersten Stockwerke oder zweiten Obergeschosse der Dienstflügel sind Dienstzimmer vorgesehen. Am östlichen und westlichen Ende der Hauptwartehalle sind je eine Treppe und je zwei Aufzüge angeordnet.

B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Neue Westinghouse-Schnellbremse.

(Engineering 1906, Dezember, S. 761. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 20 und 21 auf Tafel XLVI.

Die Schnellwirkung der gegenwärtigen Schnellbremse ist nur anwendbar, wenn die volle Kraft der Bremsen ausgeübt werden soll. Anderseits gibt die gewöhnliche Bremse, welche jeden Grad der Bremswirkung zuläfst, eine merklich langsamere Fortpflanzung der Bremswirkung.

Bei der Prefsluft-Schnellbremse besteht die die Wirkung der Bremsen regelnde Vorrichtung aus einem zwischen dem Bremszylinder und einem Hülfsbehälter angebrachten Steuerventile. Bei gelösten Bremsen enthalten die Bremsleitung, das Steuerventil und der Hülfsbehälter Luft von gleichem Drucke. Eine geringe Verminderung des Bremsleitungsdruckes betätigt den Steuerventilkolben, welcher die Speisung des Hülfsbehälters schliefst und eine Verbindung zwischen ihm und dem Bremszylinder öffnet. So werden die Bremsen für das gewöhnliche Anhalten angewendet, ihre Anwendung wird durch die Verminderung des Bremsleitungsdruckes beliebig geregelt. Sie werden gelöst durch Erhöhung des Bremsleitungsdruckes, welche die Verbindung zwischen dem Hülfsbehälter und dem Bremszylinder schliefst und die Bremsleitung, das Steuerventil und den Hülfsbehälter wieder mit gleichem Luftdrucke versieht. Für schnelle Wirkung wird die Spannung in der Hauptleitung plötzlich erheblich vermindert, dann kommt die schnell wirkende Vorrichtung des Steuerventiles zur Wirkung, indem es eine unmittelbare Verbindung von der Bremsleitung nach dem Bremszylinder öffnet, so dafs die Bremsen fest angezogen werden. Durch diese schnelle örtliche Verminderung des Bremsleitungsdruckes wird die Wirkung der Steuerventile durch den ganzen Zug hindurch so beschleunigt, dafs sie an allen Wagen fast gleichzeitig erfolgt.

Bei einem jetzt von der Westinghouse-Bremsen-Gesellschaft eingeführten verbesserten Steuerventile wird die schnelle Fortpflanzung der wiederholten Wirkung der Schnellbremsen durch den ganzen Zug hindurch auf alle Fälle des Bremsens, ob teilweise oder voll, angewendet, während eine zu schnelle Entfaltung der Bremskraft an jedem Wagen, wodurch besonders bei langen und lose gekuppelten Zügen schädliches Zerren oder Auflaufen bewirkt würde, vermieden wird.

Der neue Grundsatz, die Luftmenge, welche bei Druckbremsen örtlich aus der Bremsleitung zu entlassen, oder bei Saugebremsen einzulassen ist, zu beschränken, ist bei den Saugebremsen ohne weitere Verwickelung einzuführen, während er bei den Druckbremsen eine Vereinfachung der Vorrichtung mit sich bringt. Die schnell wirkenden Teile des alten Steuerventiles sind fortgelassen, ihre Stelle wird durch eine kleine Kammer eingenommen (Abb. 20, Taf. XLVI). In der gezeichneten Lage für gelöste Bremsen ist diese Kammer gegen die Aufsenluft offen. Sobald der Kolben des Steuerventiles bewegt wird und den Schieber betätigt, wird die Kammer gegen die Aufsenluft geschlossen, und durch die gestrichelt gezeichnete Aushöhlung im Schieber wird eine unmittelbare Verbindung der Kammer mit der Bremsleitung geöffnet, wodurch in dieser eine örtliche Druckverminderung hergestellt wird, welche unmittelbar die Betätigung des nächsten Steuerventiles verursacht, und so weiter durch den ganzen Zug hindurch. So werden alle Klötze fast gleichzeitig auf die Räder gebracht, und der Führer kann dann jeden Grad der Bremswirkung durch eine weitere Verminderung des Bremsleitungsdruckes erzeugen.

Eine weitere, ebenfalls eine sanfte und gleichförmige Wirkung aller Bremsen bezweckende Verbesserung besteht in dem vom Schieber nach dem Bremszylinder führenden Durchgange. Er besteht aus einem beweglichen Stöpsel mit zwei immer offenen Löchern und einem dritten Loche, welches ein durch eine Feder gehaltenes selbsttätiges Drosselventil trägt. Er ist so angeordnet, dafs, nachdem die Bremsen aufgesetzt sind, das selbsttätige Ventil durch den über ihm befindlichen Luftüberdruck gegen den Federdruck geöffnet wird, so dafs die Luft durch das gröfsere der beiden immer offenen Löcher in den Bremszylinder einströmt; sobald der Luftdruck auf der Unterseite des Ventiles zunimmt, schliefst die Feder das Ventil, und die Luft strömt durch das kleinere Loch in den Bremszylinder. Die Durchmesser der beiden Einströmungslöcher stehen in bestimmtem Verhältnisse zum Durchmesser des Bremszylinders, an dem das Steuerventil verwendet wird. Für die beim Lösen der Bremsen aus dem Bremszylinder ausströmende Luft ist im Steuerventile ein besonderer Durchgang vom Bremszylinder nach dem Schieber vorgesehen. Das Mafs des Lösens wird wie zuvor durch einen nicht gezeichneten, in das Ausströmungsloch des Steuerventiles geschraubten Nippel geregelt.

Das Lösen der Bremsen erfolgt in der gewöhnlichen Weise. Ein vergröfserter Druck in der Bremsleitung bringt den Kolben in die gezeichnete Lage zurück, so dafs die im Bremszylinder vorhandene Luft nach aufsen entweichen kann. Zugleich wird die in der Kammer vorhandene geringe Luftmenge herausgelassen, die Kammer also auf den äufsern Luftdruck gebracht.

Für Saugebremsen werden ein kleiner Behälter, welcher immer mit einem engen Durchgange nach aufsen offen ist, und ein Beschleunigungsventil zwischen dem Behälter und der Bremsleitung angebracht. Die Anordnung ist so getroffen, dafs, wenn sich das Beschleunigungsventil öffnet, die von der Aufsenluft her in die Bremsleitung einströmende Luftmenge durch den kleinen Behälter und den engen Durchgang nach der Aufsenluft beschränkt wird (Abb. 21, Taf. XLVI). Hierdurch ergeben sich zwei wichtige Verbesserungen, nämlich bessere Erhaltung

der Saugwirkung in der luftleeren Kammer und eine fast gleichzeitige teilweise Anlegung aller Bremsen eines beliebig langen Zuges.

Die Wirkungsweise ist folgende. Wird durch den Dampfstrahlsauger oder ein Ventil Luft in die Bremsleitung eingelassen, so dafs die Saugwirkung in der Bremsleitung örtlich verringert wird, so wird das nächste Beschleunigungsventil gehoben und so aus dem kleinen Behälter Luft in die Bremsleitung eingelassen. Die so eingelassene beschränkte Luftmenge dient zur weitern Verringerung der Saugwirkung in der Bremsleitung an jener Stelle, so dafs die Bremsen des betreffenden Wagens teilweise angesetzt werden und das nächste Beschleunigungsventil gehoben wird. Diese Wirkung wird schnell durch den Zug hindurch fortgepflanzt, so dafs alle Drosselventile zwischen den Saugbehältern und der Bremsleitung schnell und sicher gehoben, und alle Bremsen fast gleichzeitig mit einem beschränkten Drucke angelegt werden. Sollte die volle Kraft der Bremsen gewünscht werden, so wird der Dampfstrahlsauger oder das Einlafsventil offen gelassen und die zur Vollendung des Bremsens erforderliche Luft eingelassen. B—s.

Die Chapsal-Saillot-Luftdruckbremse.

(Engineering 1906, Dezember, S. 863. Mit Abb.; Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongrefs-Verbandes 1907, Juli. Bd. XXI, S. 686. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 bis 17 auf Tafel XLVI.

Um die Räder leerer Wagen nicht festzubremsen, wird der Klotzdruck bei den gegenwärtig verwendeten Bremsen für jede Wagenart nach dem Leergewichte bemessen. Hieraus entsteht eine beträchtliche Beschränkung der Bremskraft in Zügen mit verschieden beladenen Wagen. Die Bremslänge ist daher zu grofs, ungeachtet der Schnelligkeit, mit der die Bremsen angelegt werden können, und in den Kuppelungen entstehen ungleiche Spannungen. Eine weitere Ungleichheit in der Bremswirkung ist dem Druckunterschiede in den Bremszylindern zuzuschreiben, welcher aus der Verschiedenheit des Kolbenhubes wegen ungleicher Abnutzung der Bremsschuhe entsteht.

Bei der Chapsal-Saillot-Bremse ist die Bremswirkung von der Abnutzung der Bremsschuhe unabhängig, sie wird auch beständig der Last jedes einzelnen Wagens eines Zuges angepafst.*) Ihre Lage unterhalb des Rahmens eines Wagens ist aus Abb. 12, Taf. XLVI zu ersehen. An jedem Wagen befindet sich ein Bremsbehälter, ein Hülfsbehälter und ein Bremszylinder. Das Steuerventil arbeitet durch den Druckunterschied im Hülfsbehälter und in der Bremsleitung und sichert die gleichzeitige Füllung beider Behälter während der Fahrt; beim Bremsen regelt es die stufenweise oder vollständige Füllung und Entleerung des Bremszylinders. Ein Satz kleiner Stangen verbindet das Steuerventil derart mit den Tragfedern, dafs sich der im Bremszylinder erzeugte Druck aus einem gegebenen Druckunterschiede in der Bremsleitung innerhalb weiter Grenzen mit der Belastung des Wagens ändert. Der Hülfsbehälter regelt die Wirkung des Steuerventiles und sichert Gleichförmigkeit im Bremsen längs des ganzen Zuges. Die einzige Aufgabe des Bremsbehälters besteht in der Füllung des Bremszylinders.

Abb. 13, Taf. XLVI zeigt das Steuerventil in der Fahrstellung. Die Luft aus der Bremsleitung kommt in A an, hebt den Kolben B und füllt beide Behälter, indem sie durch die Schlitze a und b, die Löcher c und das Ventil d, dann durch e und f (Abb. 14, Taf. XLVI) strömt. Die drei Querwandkammern G, H, I stehen durch den Schieber K und die Durchgänge g, h, i und k mit der Aufsenluft in Verbindung. Die Bremse ist dann gelöst.

Eine Druckverminderung in der Bremsleitung veranlafst den Kolben B zur Abwärtsbewegung, der Schieber K öffnet den Weg h, die Luft aus dem Hülfsbehälter tritt in die Kammer H ein, die Kammer G steht durch g und g' mit dem Rohre A in Verbindung, und die Kammer I ist gegen die Aufsenluft geschlossen (Abb. 15 und 16, Taf. XLVI). Der Druckunterschied in H und G wirkt auf die Querwände M und M', und veranlafst den Hebel P zur Drehung um seinen Drehpunkt; die Stange T hebt das Ventil R, und der Bremsbehälter liefert Prefsluft an die Kammer I. Diese Luft treibt den Kolben U vorwärts, welcher die Gabel V und den Drehpunkt des Hebels mit sich zieht (Abb. 17, Taf. XLVI); der Hub ist gemäfs der Durchbiegung der Federn des Wagens durch die oben erwähnten kleinen Stangen begrenzt. Das Längenverhältnis der beiden Arme des Hebels P wird gemäfs der Achslast selbsttätig geregelt. Das Ventil R schliefst sich, wenn der unterhalb der Querwand N wirkende Druck dem in G hervorgebrachten Unterdrucke das Gleichgewicht hält.

Ist m die Länge des rechten, n die des linken Hebelarmes, d die Druckverminderung in der Bremsleitung, also der Druckunterschied zwischen G und H, f der Ausgleichdruck in I, so ist bei gleichem Flächeninhalte der Querwände $f = \frac{m}{n} d$. Das Verhältnis zwischen dem Rauminhalte der Behälter und des Bremszylinders ist gleichgültig, und f ist immer verhältnisgleich d, wie grofs auch immer die Abnutzung der Bremsschuhe sei. Das Verhältnis m : n ändert sich mit der Lage des Mittelpunktes 0, welche von der Achslast abhängt. Sein gröfster Wert, welcher der gröfsten Last entspricht, nach der der Flächeninhalt des Bremskolbens bemessen ist, wird bestimmt durch die Formel $P = \frac{m}{n} d$, wenn P der Druck ist, welcher aus der vollständigen Ausdehnung der Luft aus dem Bremsbehälter im Bremszylinder entsteht, und d die dem vollen Anlegen der Bremsen entsprechende Druckverminderung in der Bremsleitung.

Für geringere Lasten, entsprechend den Längen m' und n' der Hebelarme, würde $f' = \frac{m'}{n'} d$ sein, daher $f : f' = \frac{m}{n} : \frac{m'}{n'}$, und $\frac{m'}{n'}$ wird bestimmt durch die Gleichung

$$\frac{m}{n} : \frac{m'}{n'} = \text{Brutto} : \text{Tara},$$

wodurch eine der Last verhältnisgleiche Bremswirkung entsteht. Die richtigen Werte für $\frac{m}{n}$ und $\frac{m'}{n'}$ werden für jede Wagenart

---

*) Organ 1896, S. 87; 1902, S. 79.

mittels Berichtigung in der Reihe der kleinen Verbindungstangen erhalten.

Wird durch die Bremsleitung Prefsluft zugeführt, so wird das Gleichgewicht in I aufgehoben, die Querwände wirken umgekehrt, das Ventil S wird gehoben und gestattet den Austritt der Luft aus dem Bremszylinder, bis Verhältnisgleichheit in den Drücken erreicht ist. Die Bremse kann stufenweise durch allmähliches Einlassen von Luft gelöst werden. Die Bremsen sind ganz gelöst, wenn der Anfangsdruck in der Bremsleitung wieder erreicht ist, und die verschiedenen Teile von neuem die in Abb. 13, Taf. XLVI gezeigte Lage einnehmen. B—s.

Über Einpolmaschinen. Von Otto Schulz.

(Elektropraktiker 1906, S. 59. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 10 und 11 auf Taf. XLVII.

Die Verwandlung des in der Gleichstrommaschine zunächst erzeugten Wechselstromes in Gleichstrom bringt mancherlei Unzuträglichkeiten mit sich. Der Vorgang bedingt insbesondere den sehr verwickelten und empfindlichen Stromsammler und verursacht durch das berüchtigte Funken Spannungsverluste und raschen Verschleifs des kostspieligen Stromsammlers. In neuester Zeit hat man angefangen, die aufserordentlich schnell laufenden Dampfturbinen als Antriebmaschinen für Dynamomaschinen zu benutzen, bei deren hohen Umdrehungzahlen funkenfreie Stromverwandlung besonders schwierig wird.

Mit den Gleichstrommaschinen ohne Stromsammler, den Einpolmaschinen, konnte man bisher nur sehr niedrige Spannungen erzeugen, ein Mangel, der gerade durch die Dampfturbinen gehoben ist, und damit schwindet die hauptsächlichste Schwierigkeit, die der Einführung im Wege stand.

Läfst man (Abb. 10 und 11, Taf. XLVII) in einem zweipoligen magnetischen Felde, dessen beide ringförmigen Pole einander einmittig gegenüberstehen, also in einem »einpolaren« Felde, eine im Mittelpunkte befindliche Kreisscheibe aus leitendem Stoffe sich drehen, so kann man durch Bürsten B_1 und B_2 an der Achse und am Rande der Scheibe einen fortwährend fliefsenden Gleichstrom abnehmen. Bei der Umdrehung der Scheibe mufs also eine nach dem Mittelpunkte gerichtete elektromotorische Kraft entstehen. Man erkennt leicht warum. Die Grundgleichung der Induktion lautet

$$de = \frac{dZ}{dt},$$

das heifst: ändert sich die Kraftlinienzahl, die einen elektrischen Leiter durchsetzt, in der unendlich kleinen Zeit dt um den unendlich kleinen Betrag dZ, so entsteht in dem Leiter das ebenfalls unendlich kleine elektrische Potential de. Nun ist offenbar dieser Betrag der Änderung ein anderer, gröfserer nämlich, am Rande der Scheibe, als nahe am Mittelpunkte oder im Mittelpunkte selbst, wo er Null ist. Denn die Änderung an irgend einer Stelle der Scheibe ist abhängig von der Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe an der betreffenden Stelle. Die Umdrehungsgeschwindigkeit aber nimmt von aufsen nach innen ständig ab. Dementsprechend ändert sich das elektrische Potential von aufsen nach innen. Es entsteht daher bei geschlossenem Kreise ein in der Richtung nach dem Mittelpunkte fliefsender elektrischer Strom.

Eine Vervielfachung der Spannung in Einpolmaschinen geschieht durch Hintereinanderschaltung mehrerer Induktorscheiben. B—s.

Signalwesen.

Neue Signale auf der Pennsylvania-Bahn.

(The Engineer 1907, Juni, S. 596. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 8 auf Tafel XLVI.

Die Pennsylvania-Bahn erprobt neue Signale, welche seit einigen Monaten auf ungefähr 19 km nahe Philadelphia verwendet werden. Sie sollen auch auf dem gegenwärtig in Washington für die Pennsylvania-Bahn und die Baltimore-Ohio-Bahn gebauten grofsen Personenbahnhofe verwendet werden.

Die Signale haben zwei Arme und zwei Lichter. Bei den bestehenden Anordnungen wechselt die Anzahl gemäfs der Zahl der Eisenbahnlinien, so dafs sich an einem Maste ein bis fünf Lichter befinden können. Ist ein Arm abgebrochen oder sein Licht erloschen, so kann der Führer dies nicht wahrnehmen; weifs er aber, dafs jeder Mast zwei Arme und zwei Lichter zeigen mufs, so wird er jeden Mangel bemerken. Für Fahrten mit geringer Geschwindigkeit wird bisweilen an demselben, oder einem besondern Maste ein kleiner Arm mit einem verhältnismäfsig schwachen Lichte angebracht, aber so weit unter den Hauptarmen, dafs diese dadurch nicht undeutlich werden.

Um in die senkrechte »Fahrt«-Stellung zu gelangen, schwingen die Signalarme nach oben, anstatt in diese Stellung herabzufallen. Ferner hat jeder Arm drei Stellungen: wagerecht für »Halt«, um 45° nach oben geneigt für »Achtung« und senkrecht für »Fahrt«. Die entsprechenden Lichter sind rot, grün und weifs, aber die Verwendung des weifsen Lichtes als Signal wird abgeschafft, und auf dem Endbahnhofe in Washington werden die Lichter rot, gelb und grün sein. Dies ist die neueste Ausführung, nachdem für »Achtung« ein befriedigendes gelbes Glas hergestellt worden ist, während Grün für »Fahrt« verwendet wird.

Die Signale sind in zwei Klassen eingeteilt. Vor den einen mufs ein Zug bei »Halt« warten, bis das Signal gezogen ist. Diese Signale werden bei Stellwerksanlagen an Abzweigungen und ferner als von Hand bediente Blocksignale verwendet. Vor den anderen mufs ein Zug bei »Halt« eine gewisse vorgeschriebene Zeit warten, dann darf er vorsichtig in den Blockabschnitt einfahren. Diese Signale werden als selbsttätige Blocksignale verwendet, in Rücksicht auf die Möglichkeit, dafs ein Signal in Unordnung ist. Zur Unterscheidung der beiden Signalarten stehen die beiden Lichter der ersten senkrecht untereinander und sind $1,83^{m}$ voneinander entfernt, während sie sich bei der zweiten an entgegengesetzten Seiten des Mastes

befinden und in senkrechter Richtung ebenfalls 1,83 m und in wagerechter Richtung 0,61 m voneinander abstehen.

An den Stellen, wo Stellwerke verwendet werden, wie an Abzweigungen, bezeichnen die Signale eher die Geschwindigkeit der Züge als die Wege. Der obere Arm gilt für die Linie für hohe Geschwindigkeit, vorausgesetzt, daſs keine Weichenverbindung zu durchfahren ist. Bei seiner »Fahrt«-Stellung kann der Zug mit der höchsten zulässigen Geschwindigkeit weiterfahren. Der untere Arm gilt für Fahrten mit mittlerer Geschwindigkeit und bezieht sich auf eine Abzweigung von der Linie für hohe Geschwindigkeit, sowie auf Weichenverbindungen, in denen Geschwindigkeiten von 64 bis 80 km/St. zulässig sind. Für kurze Weichenverbindungen und andere Stellen, wo langsam gefahren werden soll, werden der dritte Arm und das dritte Licht verwendet.

Abb. 8, Taf. XLVI zeigt die verschiedenen Stellungen eines Signales der ersten Klasse, welches bei Stellwerksanlagen, und als von Hand bediente Blocksignale verwendet wird. Die Buchstaben beziehen sich auf die Farben der Lichter. Es bedeutet:

1. Halten und warten, bis Signal gezogen.
2. Auf der Linie für hohe Geschwindigkeit mit Vorsicht bis zum nächsten Signale weiterfahren.
3. Auf der Linie für hohe Geschwindigkeit mit voller Geschwindigkeit weiterfahren.
4. Auf der Linie für mäſsige Geschwindigkeit mit Vorsicht bis zum nächsten Signale weiterfahren.
5. Auf der Linie für mäſsige Geschwindigkeit mit mäſsiger Geschwindigkeit weiterfahren.

Alle Signalarme an Stellwerken bleiben gewöhnlich wagerecht und zeigen nachts rotes Licht. Zu einer Zeit wird nur ein Arm bewegt, sodaſs ein Führer keinen Signalmast überfahren kann, wenn nicht das Signal für seine besondere Fahrt auf »Fahrt« oder »Achtung« steht. Wo keine Linie für hohe Geschwindigkeit vorhanden ist, wird der obere Arm in der wagerechten Stellung festgestellt, und das Licht ist immer rot; wo keine Weichenverbindungen oder Linien für mäſsige Geschwindigkeit vorhanden sind, wird der untere Arm in der wagerechten Stellung festgestellt, und sein Licht ist dann immer rot.

Die Signale haben elektrisch gesteuerten Preſsluft-Antrieb; die Kraft wird von einem Hauptkraftwerke geliefert. Die Preſsluft hat 41 at Druck, und der elektrische Strom 500 Volt Spannung. Die Elektrizität für die Gleisstromkreise und Signale wird Speichern entnommen, welche in Kasten an den Signalmasten eingeschlossen sind. Diese Speicher werden in vier Nächten der Woche, jedesmal während acht Stunden von dem Strome von 500 Volt in Reihe geladen. Jeder Signalmast hat zwei Speicher; der eine betätigt die Signalzylindermagnete von 16 Ohm und speist den rückliegenden Gleisstromkreis durch einen Schienenwiderstand von 1 Ohm, die andere liegt im Stromkreise für die Ladung.

Alle Ausweichgleise sind mit Schutzweichen versehen, welche durch den Hebel der Streckengleis-Weichen gestellt werden, so daſs kein Zug aus einem Ausweichgleise herausfahren kann, wenn die Weichen für das Streckengleis gestellt sind. Beide Weichen der Streckengleis-Weichenverbindungen werden durch einen in der Mitte der Weichenverbindung befindlichen Hebel gestellt. So können die Weichen nicht etwa nachlässigerweise umgestellt und die Signale gezogen werden, während eine leichte Lokomotive auf der Weichenverbindung steht.

Alle Stellwerks-Ortsignale werden durch Kraft gestellt und fallen bei der Durchfahrt eines Zuges auf »Halt«. Das Signal kann erst wieder gezogen werden, wenn der Zug aus dem Gleisstromkreise hinausgefahren ist, und der Signalwärter seinen Hebel in die Grundstellung zurückgelegt hat. B—s.

Phillips' selbsttätige Zugbremse.

(Railroad Gazette 1907, Mai, Band XLII, S. 734. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 9 auf Tafel XLVIII.

Seit ungefähr zwei Jahren wird auf der englischen Nord-Staffordshire-Bahn bei der Newcastle-junction eine von Raymond Phillips erfundene Vorrichtung zum selbsttätigen Anziehen der Bremsen eines Zuges verwendet. Sechs Signale sind mit der Vorrichtung am Gleise, und eine Lokomotive ist mit der Vorrichtung zum Anziehen der Bremsen ausgerüstet. Bei dieser Bauart befinden sich auf der Lokomotive zwei getrennte Hebel; der eine wird berührt beim Überfahren eines auf »Achtung« stehenden Vorsignales, der andere beim Überfahren eines auf »Halt« stehenden Ortsignales. Beim Ortsignale werden die Bremsen stärker angezogen, als beim Vorsignale. Wenn die Bremsvorrichtung betätigt wird, werden im Führerhause ein hörbares und ein sichtbares Signal gegeben, und wenn der am Gleise befestigte Arm bewegt wird, läutet in der Signalbude eine Glocke.

Abb. 6, Taf. XLVIII stellt die nahe dem Signale zwischen den Schienen befestigte Vorrichtung dar. Im untern Teile jedes Gehäuses befindet sich eine Gleitstange a, die bei b mit dem Signaldrahte oder mit der Signalstange verbunden ist. Das andere Ende c der Gleitstange ist mit einem Gegengewichte verbunden, um das Zurückkehren der Gleitstange in die Grundstellung zu sichern. Die Arme dd stehen in aufrechter Stellung 317 mm über Schienenunterkante. Sie haben zur Aufrechterhaltung Gegengewichte ee und können in jeder Richtung gedreht werden, wenn sie durch den Hebel der durchfahrenden Lokomotive berührt werden. Mit Rücksicht darauf, daſs ein Arm gebrochen sein, oder nicht gehörig berührt haben könnte, sind deren zwei angeordnet. Wenn die Gleitstange gemäſs dem gezogenen Signale nach links gezogen ist, kommt die Hemmung f an der Gleitstange gegen das Gegengewicht e, und der Arm d dreht sich nach rechts, so daſs der Hebel an der Lokomotive frei durchkommen kann. Wenn jedoch das Signal auf »Achtung« beziehungsweise »Halt« steht, wird der Arm d durch den Hebel an der Lokomotive berührt.

In der Signalbude befindet sich ein elektrischer Anzeiger, welcher die Stellung des Armes sichtbar anzeigt und durch Stromschlieſser am Arme d betätigt wird. Ferner läutet eine Glocke, wenn der Anzeiger von »Aufrecht« auf »Geneigt« übergeht, mag dies durch die Handlung des Signalwärters geschehen, oder durch die zeitweilige Neigung des Armes, wenn er durch

einen sich nähernden, das »Achtung«- beziehungsweise »Halt«-Signal überfahrenden Zug berührt wird. Diese Glocke läutet so lange, bis der Signalwärter sie abstellt. Auf diese Weise wird dem Wärter das Herannahen eines Zuges angezeigt.

Die Vorrichtungen beim Vor- und Ort-Signale sind gleich, befinden sich aber nicht in derselben Lage zu den Schienen.

Abb. 7, Taf. XVLIII zeigt die Vorrichtung an der Lokomotive. Am Rahmen hängt ein Gehäuse, in dem sich zwei Hebel b befinden, welche unter dem Zapfen ungefähr 20 cm hervorstehen und den Arm d (Abb. 6, Taf. XLVIII) berühren, wenn dieser aufrecht steht. Der eine Hebel berührt den Arm beim Vorsignale und betätigt die durchgehende Bremse so, dafs die Geschwindigkeit des Zuges verringert wird, der andere Hebel berührt den Arm beim Ortsignale und betätigt die Bremsen so, dafs der Zug angehalten wird. Im Führerhause der Lokomotive befinden sich zwei Druckmesser c^1 und c^2 mit Vor- und Ortsignal darstellenden Anzeigern. Während der Fahrt stehen diese Arme nach unten oder auf »Fahrt«, da der Behälter der Luftsaugebremse gewöhnlich durch den Vorsignalschieber d und den nicht dargestellten Ortsignalschieber mit den Druckmessern in Verbindung steht. Wird ein auf »Achtung« stehendes Vorsignal überfahren, so wird der untere Teil des Hebels b nach rechts gedreht, das belastete Ende des Hebels e^1 fällt hinter den obern Teil und hält so den Hebel b fest. Dadurch wird der Kolbenschieber d sinken, so den leeren Raum auf der Seite des Rohres f abschneiden und Rohr g nach der Aufsenluft hin öffnen, wodurch der Arm c^1 steigt. Das andere Ende des Hebels e^1 ist mit einem im Zylinder h^1 arbeitenden Kolben verbunden, welcher dann gehoben wird, durch die Sirene und das Rohr j tritt Luft in die Bremsleitung ein, die Sirene ertönt, und die Bremsen werden teilweise angezogen. Um die Bremsen zu lösen und den Lärm der Sirene abzustellen, mufs der Dreiweghahn k gedreht werden, wodurch der Behälter durch l, m so mit der untern Seite des Zylinders h^1 verbunden wird, dafs der Kolben sinkt, der Hebel e^1 in die Grundstellung zurückkehrt und durch Heben seines belasteten Endes den Hebel b freigibt, der dann die senkrechte Stellung annimmt. Während der Hebel e^1 seine Grundstellung annimmt, bringt er den Kolbenschieber d zurück, öffnet Rohr f wieder, schliefst g und der Vorsignalarm fällt wieder.

Für das Ortsignal ist e^2 (Abb. 8, Taf. XLVIII) der e^1 entsprechende Hebel und h^2 der Zylinder. Das Anziehen der Bremse und das Ertönen der Sirene erfolgt ebenso, wie beim Vorsignale, aber der Ortsignalhebel e^2 betätigt den Vorsignalhebel e^1, so dafs beide Arme c^1 und c^2 auf »Achtung« beziehungsweise »Halt« gehen, wenn der Arm am Gleise aufrecht steht. Dies hat den Zweck, diese Signale mit den Aufsensignalen in Übereinstimmung zu bringen. Zu diesem Zwecke ist ein T-Hebel n (Abb. 9, Taf. XLVIII) verwendet und der Vorsignal-Kolbenschieber über ihm aufgehängt, so dafs der Hebel e^2 beim Sinken den Hebel n mitnimmt und Schieber d sinkt. Wenn der Hebel e^1 sinkt, nimmt er den Hebel n mit, aber nicht den Hebel e^2. Beim Überfahren eines auf »Halt« stehenden Ortsignales steht daher eine doppelte Fläche mit der Aufsenluft in Verbindung, was ein stärkeres Bremsen bewirkt.

Der Hebel des Dreiweghahnes steht gewöhnlich nach unten und ist schwer belastet, damit er in diese Stellnng zurückkehrt, wenn er gedreht ist, so dafs die Boden der Zylinder h^1 h^2 leicht der Aufsenluft ausgesetzt werden und sich ihre Kolben leicht heben, wenn die Hebel e^1 e^2 betätigt werden. Die Kolben sind aufgehängt, so dafs sie, falls irgend etwas versagt, sinken und die Bremsen anziehen.

Die Berührungshebel sind, obgleich auf dieselbe Welle gesetzt, auf getrennten Nabenbüchsen angebracht. Jeder von ihnen ist in zwei Teilen hergestellt, gleich einer Schere, und so eingerichtet, dafs, wenn er bräche, oder wenn das Ende abgeschlagen wäre, die beiden Teile durch die Feder o geöffnet würden und so das belastete Ende des Hebels e^1 beziehungsweise e^2 in die Öffnung fallen und die Bremse anziehen würde. Wenn der Hebel e^1 oder e^2 aus irgend einem Grunde weggerissen wäre, oder irgend ein anderes Versagen einträte, würde der Kolben d sinken und die Bremsen anziehen.

Eine ähnliche Vorrichtung ist auch entworfen zur Verwendung bei der Westinghouse-Luftbremse. B—s.

Betrieb.

Der neue Unglücksfall auf der Neuyorker Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn.

(Engineering 1907, April, S. 479. Mit Abb.).

Hierzu Zeichnungen Abb. 18 und 19 auf Tafel XLVI.

Am 16. Februar 1907 ist in der Nähe von Woodlawn auf der Neuyorker Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn ein aus zwei elektrischen Lokomotiven von je ungefähr 86 t Gewicht und fünf Wagen von ungefähr 145 t Gewicht bestehender Schnellzug durch Umstürzen von vier Wagen verunglückt. Ungefähr 16 km vom Hauptbahnhofe in Neuyork beginnt auf der Bahn ein Bogen von ungefähr 560 m Halbmesser; in der Mitte dieses Bogens unterfährt die Bahn die Woodlawn-Strafsen-Brücke. Unter dieser Brücke befindet sich in dem Gleise, auf welchem sich der Unglücksfall ereignete, ein stromdichter Schienenstofs der Bauart Weber. An dieser Stelle waren die ersten Anzeichen der Entgleisung zu sehen. Die beiden elektrischen Lokomotiven und ein Wagen kamen ungefähr 500 m jenseits dieser Stelle zum Stehen, während die vier umgestürzten Wagen ungefähr 200 m von der Brücke auf dem Nachbargleise lagen.

An dem stromdichten Schienenstofse unter der Brücke waren an der Aufsenseite der Aufsenschiene die Köpfe der Hakennägel abgeschert, die Stofsverbindung verdreht und das Ende der südlichen Schiene um etwa 13 cm verschoben. Die verschobene Schiene bildete das nördliche Ende eines Gleisstrom-Blockabschnittes; der Zug fuhr in nördlicher Richtung. Ein ähnlicher stromdichter Schienenstofs befand sich etwas weiter in der innern Schiene.

Die elektrischen Lokomotiven der Neuyorker Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn haben sechs Achsen, die Vorder- und Hinter-Achse liegen in einachsigen Drehgestellen. Der ganze Achsstand beträgt 8,23 m, die ganze Länge 11,28 m und der feste Achsstand 3,96 m. Der Schwerpunkt liegt 1,12 m über S.O. Das Gewicht beträgt 86 t. Die Drehgestelle haben Rückstellfedern. Die Triebräder haben im Hauptrahmen 10 mm Spielraum.

Bei Annahme des ungünstigsten Falles, dafs das zweite und dritte Triebrad nicht gegen die Aufsenschiene drücken, aber unter Berücksichtigung der Führungswirkung des Drehgestelles, ergaben sich nach den Untersuchungen von Sachverständigen die folgenden Werte des durch das äufsere erste Triebrad ausgeübten Druckes:

Geschwindigkeit	km/St.	64	80	97	113
Druck auf die äufsere Schiene . .	kg	2150	3357	4749	6409
Last auf dem äufsern Triebrade .	kg	7598	7915	8439	9049
Reibungswiderstand	kg	1896	1978	2109	2268
Scherkraft am Hakennagel . . .	kg	254	1379	2640	4141

Diese Werte der Scherkraft an den Hakennägeln gründen sich auf die Annahme der üblichen Reibungszahl 0,25 bei Verwendung von Unterlegplatten. Vermutlich wird diese Zahl durch Eis zwischen Schiene und Unterlegplatte verringert, was eine gröfsere Scherkraft an den Hakennägeln ergeben würde.

Die Hakennägel sind nach den in Abb. 18 und 19, Taf. XLVI dargestellten Anordnungen geprüft worden. Bei der einen (Abb. 18, Taf. XLVI) hat der Block scharfe, bei der andern (Abb. 19, Taf. XLVI) abgerundete Schneiden. Es ist anzunehmen, dafs die Proben mit abgerundeten Schneiden der Wirklichkeit näher kommen, denn der Schienenfufs hat keine scharfe Schneide. Anderseits kann das gebohrte Loch in der Unterlegplatte auf der obern Seite, von welcher aus die Löcher gebohrt werden, einen scharfen Rand haben. Im ungünstigsten Falle bei ganz eckigen Rändern war die durchschnittliche einfache Scherkraft von mehreren geprüften Hakennägeln nach einigen Sachverständigen 8506 kg, nach andern ungefähr 7700 kg, während nach Angabe der Eisenbahngesellschaft einige einen Widerstand von nur 6532 kg leisteten. Die höheren Werte bieten daher bei einer Geschwindigkeit von ungefähr 97 km/St. eine fast dreifache Sicherheit, vorausgesetzt, dafs die ganze Kraft von nur einem Nagel aufgenommen wird, was bei einem Fehler im Gleise wohl möglich ist. In Wirklichkeit ist der Kopf des Hakennagels nicht einer reinen einfachen Abscherung ausgesetzt, der Kopf wird wahrscheinlich aufwärts gebogen und zugleich gegen eine scharfe Kante nach aufsen gedrängt, wobei die Zerstörung wohl früher stattfinden könnte, als nach Werkstattsversuchen würde angenommen werden.

Bei zwei in jeder Hinsicht gleichen Lokomotiven, von denen die eine höhere Schwerpunktslage hat, als die andere, ist beim Durchfahren desselben Bogens mit derselben Geschwindigkeit die auf die Aufsenschiene wirkende Last für die erstere gröfser. Die früher auf der Bahn verwendeten 2.B.1-Dampflokomotiven hatten ein Gewicht von 86 t. Der ganze Achsstand betrug 8,41 m, der feste Achsstand 5,03 m und der Achsstand der Triebachsen 2,13 m. Die Höhe des Schwerpunktes war 1,85 m gegen 1,12 m bei den elektrischen Lokomotiven. Die auf die äufseren ersten Triebräder wirkenden Lasten waren bei den elektrischen und Dampflokomotiven bei verschiedenen Geschwindigkeiten folgende:

Geschwindigkeit	km/St.	64	80	97	113
Dampflokomotive	kg	11415	12195	14835	17098
Elektrische Lokomotive	kg	7598	7915	8439	9049

Der Reibungswiderstand zwischen Schiene und Unterlegplatte ist daher bei der Dampflokomotive mit dem hohen Schwerpunkte beträchtlich gröfser.

Für die Dampflokomotive sind von der Eisenbahngesellschaft folgende Werte angegeben:

Geschwindigkeit	km/St.	64	80	97	113
Wagerechter Druck am ersten äufsern Triebrade	kg	2776	3379	5094	6981
Reibungswiderstand	kg	2849	3048	3706	4273
Scherkraft am Hakennagel . . .	kg	—	331	1388	2708

Diese Werte sprechen im Vergleiche mit den oben für die elektrische Lokomotive angegebenen für die alten Lokomotiven.

Nach von Weber wird der Widerstand der Schienen gegen seitliche Verschiebung auf den Schwellen durch die Last auf den Schienen im Verhältnisse von 0,33 dieser Last vergröfsert. Ist das der Fall, so hält die Lokomotive mit dem hohen Schwerpunkte das Gleis viel sicherer gegen Verschieben, als eine mit niedriger Schwerpunktslage. Hiernach lag der Schwerpunkt der elektrischen Lokomotiven zu niedrig.

Bei gewissen Geschwindigkeiten ist jedoch die von dem berechneten Drucke des Drehgestelles der Dampflokomotive herrührende Scherkraft gröfser, als die von den Triebrädern der Dampflokomotive oder der elektrischen Lokomotive herrührende. Anderseits ist es eine Sache der Vermutung, wie weit diese Verhältnisse wirklich zutreffen, da ein gut eingerichtetes zweiachsiges Drehgestell stofsmildernd und zugleich in dem Sinne auf Verlegung des Schwerpunktes wirkt, dafs auf die äufsern Räder eine gröfsere Last kommt, wodurch die Scherkraft für die Hakennägel vermindert wird. B—s.

Technische Litteratur.

Die Dampflokomotiven der Gegenwart. Betrachtungen über den Bau und Betrieb unter besonderer Berücksichtigung der Erfahrungen an den mit Schmidtschen Überhitzereinrichtungen gebauten Heifsdampf-Lokomotiven der Preufsischen Staatseisenbahnverwaltung. Von R. Garbe, Geheimem Baurate, Mitgliede der Kgl. Eisenbahn-Direktion Berlin. Mit 388 Textabbildungen und 24 lithographierten Tafeln. Berlin, J. Springer, 1907, Preis 24 M.

Das vorliegende Werk gehört in verschiedenen Beziehungen zu den bedeutungsvollsten Erscheinungen der letzten Zeit, es beruht auf gründlicher theoretischer Erkundung der Lokomotive, zugleich aber auf reicher eigener Erfahrung des Verfassers, und fafst dabei die Frage der wirtschaftlichen Gestaltung der Lokomotive bei allen Erörterungen scharf ins Auge, wird also allen grundlegenden Gesichtspunkten des Lokomotivbaues gerecht.

Die reiche im Betriebe erworbene Erkenntnis ermöglicht dem Verfasser eine sehr allgemeine Behandlung des arbeitssamsten Zugtieres unserer Kulturstufe, drängt ihn zugleich auch mit einer gewissen Entschiedenheit in die Vertretung einer bestimmten Richtung, die ihm nach seiner Erfahrung als die fruchtbare der Zukunft erscheint, und der er selbst mit dem Rufe Ausdruck gibt: »Zurück zur Einfachheit der Bauart und vorwärts in Leistung und Wirtschaftlichkeit mufs ganz allgemein der leitende Gedanke im Lokomotivbau werden.«

Der Verfasser sucht diesen Gedanken in die Tat umzusetzen, indem er befürwortet, die durch Verwendung des gasförmigen Heifsdampfes gewonnenen Vorteile, ja neuen Möglichkeiten in erster Linie zu tunlichster Vereinfachung der Gestaltung der Lokomotive zu verwerten, beispielsweise durch Aufgabe der mit der Verbundwirkung verbundenen Vielgestaltigkeit und Vielteiligkeit des Triebwerkes, und durch Verkleinerung der durch niedrige Dampfspannung bedingten Zahl und Gröfse der Zylinder.

So lehrreich auch der allgemeine Inhalt des Buches für jeden, für den akademischen wie für den handwerksmäfsigen Vertreter des Lokomotivbaues, für den Anfänger, wie für den reifen Ingenieur ist, so erkennen wir seine Hauptbedeutung darüber hinaus in der angedeuteten Entschiedenheit, mit der sich der Verfasser vielen Vertretern dieses Zweiges der Eisenbahntechnik gegenüber stellt, und wir sehen hierin ein besonderes Verdienst. Denn wenn heute auch nicht bewiesen werden kann, wie weit der Verfasser mit seinen Anschauungen im Rechte oder Unrechte ist, so hat jede derart offene und gut begründete Vertretung einer bestimmten Auffassung die Herausforderung der Anhänger entgegenstehender Anschauungen zu ebenso eingehender Begründung ihrer Ansichten, und so die endgültige Klärung der behandelten Fragen zum fördernden Erfolge.

Wir sind überzeugt, dafs das gründliche und reife Werk geeignet ist, auf diesem Wege zu einem besonders wohl abgewogenen Fortschritte zu führen, und empfehlen es deshalb besonders warm der allgemeinsten Benutzung.

Der Eisenbetonbau bei den neuen von der K. K. Eisenbahnbaudirektion ausgeführten Bahnlinien Österreichs, von Ingenieur A. Nowak, Baukommissär der K. K. Eisenbahnbaudirektion in Wien. Berlin, Ernst und Sohn, 1907. Preis 4,0 M.

Wenn auch vielleicht die Zahl der jetzt erscheinenden Werke über Eisenbetonbau auf den ersten Blick fast übergrofs erscheint, so wird sie durch nähern Einblick doch wohl begründet, denn man findet fast stets andere Gesichtspunkte vertreten und betont, und das ist bei einem so in der Gärung der Reifeentwickelung begriffenen Gegenstande nicht zu verwundern, vielmehr ist diese Vielseitigkeit der Behandlung das Mittel, das uns schliefslich zu feststehenden Grundsätzen sowohl in der Theorie der Verbundkörper in sich, als auch in der Anwendung der allgemeinen Statik auf solche führen mufs. So ist denn auch die Vielheit der Veröffentlichungen zu begrüfsen.

Was wir zur Darlegung der Eigenart dieses Werkes insbesondere hervorzuheben haben, das ist die Darstellung von ausgeführten Bauwerken aller Art in gröfseren Abmessungen und die Wiedergabe der zugehörigen Berechnungen unter Mitteilung der nötigen statischen Formeln bei den statisch unbestimmten Bauwerken. Mehrere Ausführungen sind auch auf verschiedenen Wegen berechnet, und auch so ist die Vielseitigkeit des zweifellos sehr nützlichen Buches gesteigert.

Alphabetisches Sachverzeichnis über sämtliche bis 31. Dezember 1906 in das Patentregister des K. K. Patentamtes eingetragenen Patente. Sonder-Abdruck aus dem Jahreskataloge des K. K, Patentamtes für das Jahr 1906. Wien, Lehmann u. Wentzel. Preis 2 Kronen.

Den am Gewerbe Beteiligten ist allgemein und nicht selten recht schmerzlich bekannt geworden, wie schwierig es ist, sich über die Frage zuverlässige Auskunft zu verschaffen, welche Patente auf einem bestimmten Gebiete oder auf einzelne Gegenstände und Gedanken erteilt sind. In dieser Lage kann der vorliegende Sonderdruck für Österreich-Ungarn wesentliche Hülfe gewähren. Er bringt ein buchstäblich geordnetes Verzeichnis der patentierten Gegenstände, mit den erforderlichen Unterteilungen unter jedem, und gibt jedesmal die Nummern der betreffenden Patente an, so dafs das mühsame Suchen betreffs aller vor 1907 erteilten Patente unnötig geworden ist.

Bei den regen Handelsbeziehungen zwischen Österreich-Ungarn und dem Deutschen Reiche wird die Herausgabe dieses sehr übersichtlichen Verzeichnisses auch in den Gewerbekreisen des letztern mit Freude begrüfst.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. V. Teil. Der Eisenbahnbau. 4. Band. Anordnung der Bahnhöfe. Erste Abteilung. Einleitung, Zwischen- und Endstationen in Durchgangsform, Verschiebebahnhöfe, Güter- und Hafenbahnhöfe. Bearbeitet von A. Goering † und M. Oder. Herausgegeben von F. Loewe, ord. Professor an der Technischen Hochschule in

München und Dr. H. Zimmermann, Wirklicher Geheimer Oberbaurat und vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin. Mit 420 Abb. im Text, 9 Texttafeln und 5 lithogr. Tafeln. Leipzig, W. Engelmann, 1907.

Ohne Übertreibung darf man wohl sagen, dafs Deutschland hinsichtlich der Durchbildung neuer Bahnhofsanlagen schon geraume Zeit in der vordersten Reihe steht. Trotzdem hat es lange gedauert, wenn wir von älteren Versuchen absehen, bis wir eine umfassende Darstellung über Bahnhofsanlagen erhalten haben.*)

Schon lange aber wurde aus der Feder des zu früh heimgegangenen, auf diesem Gebiete durch zahlreiche Veröffentlichungen weit bekannten Hochschullehrers A. Goering die Bearbeitung eines planmäfsigen Lehr- und Handbuches erwartet. Seine Herausgabe verzögerte sich indessen durch Überlastung mit Amtsgeschäften. Nun erscheint nach seinem Tode der vorliegende Band des Handbuches der Ingenieurwissenschaften mit dem ersten von ihm selbst allein bearbeiteten Abschnitte über Zwischen- und Endstationen in Durchgangsform nebst einer Einleitung.

Daneben aber als Hauptteil des Bandes 287 von 385 Seiten in Anspruch nehmend eine Darstellung der Verschiebe- und Güterbahnhöfe auf Grund einer Erörterung der Grundzüge der Güterbeförderung aus der Feder des auf diesem Sondergebiete wohlbekannten Schülers und langjährigen Mitarbeiters Goerings, des Professors des Eisenbahnbaues an der Danziger Hochschule, M. Oder. Die Einleitung gibt eine vorzügliche Darstellung von Zweck und Wesen der Bahnhofsanlagen und der Entwickelung der für sie gültigen Grundsätze, die naturgemäfs durch die Entwickelung der Eisenbahn-Verhältnisse in Deutschland bedingt werden. Vor Allem wird mit Recht immer wieder auf die Berücksichtigung der Beweglichkeit und Veränderlichkeit der Verkehrsverhältnisse hingewiesen, deren Durchführung im einzelnen durch den verfassungsgemäfsen gesetzlichen Gang zur Erlangung der Bewilligung der Mittel bei unseren Staatsbahnen und die Enteignungsgesetze nicht unerheblich erschwert ist.

Als recht zweckmäfsig mufs es bezeichnet werden, dafs bei der Darstellung von den einfachsten Verhältnissen ausgegangen ist und schrittweise die zusammengesetzteren entwickelt wurden. Besonders eingehend ist neben der Anknüpfung der Nebengleise die wichtige Frage der Lage der Überholungsgleise behandelt.

Im 2. Abschnitte wird die gründliche und klare Darstellung der Beförderung der Güter und der Güterwagen, des Güterzugbetriebes, und insbesondere die Erörterung des Zweckes der Verschiebeanlagen an verschiedenen Stellen des Bahnnetzes, ein schwieriger, bisher noch wenig geklärter Gegenstand, von allen Beteiligten, Lehrenden, Lernenden und Ausübenden mit Freude begrüfst werden. Besonders die vergleichenden Untersuchungen, die auch die wirtschaftliche Seite berücksichtigen, die Angaben über die Verkehrsgröfsen, die Art des Betriebes, die Anführung der erwiesenen Mängel auf Grund von eigenen örtlichen Besichtigungen kann nicht genug anerkannt werden. Das ist gerade was uns bisher gefehlt hat. Mit welchen Schwierigkeiten hierbei, trotz des gerühmten Entgegenkommens der Verwaltungen der Verfasser zu kämpfen gehabt haben mag, kann sich nur derjenige vorstellen, der selbst ähnliches versucht hat. Die Art und Weise der Behandlung des Gegenstandes, zuerst Begriff und Zweck, sowie die Anordnung der Hauptformen der Verschiebebahnhöfe an geeigneten Beispielen, Soest, Osterfeld, Dresden, Edgehill, Nürnberg, Pankow darzulegen, und dann erst eine ausführliche, planmäfsige Erörterung anzuschliefsen, kann nur gebilligt werden. Die geschichtlichen Angaben über die Entwickelung der Ablaufberge sind bemerkenswert. Hiernach hat die erste Anwendung von Eselsrücken in Deutschland und zwar 1876 in Speldorf stattgefunden. Dafs die grundlegenden Arbeiten von Albrecht, Blum und Anderen gebührend gewürdigt sind, bedarf kaum der Erwähnung.

*) Vergl. Eisenbahn-Technik der Gegenwart. Bahnhofsanlagen.

Die Darstellung der Güter- und Hafenbahnhöfe behandelt in dem Abschnitte über Stückgutbahnhöfe die Anordnung der neueren Schuppenformen zur Vergröfserung der Leistungsfähigkeit eingehend. Die Gleisanlagen für den Umschlagverkehr sind an der Hand einer Reihe neuerer Beispiele erörtert. Auch die Einrichtungen für die Umladung und Aufstapelung der Massengüter sind behandelt, bei den Betriebsanlagen ist als Beispiel der Duisburger Hafen angeführt.

Ein vollständiges Quellen-, Namen- und Sachverzeichnis vervollständigt den Band. Dem Erscheinen der 2. Abteilung des vorzüglichen Werkes mit der Behandlung der gröfseren Personenbahnhöfe und mit der Darstellung vollständiger Anlagen darf man mit der Zuversicht entgegensehen, dafs sie sich, im Geiste Goerings gehalten, der ersten würdig anreihen und in der eigentümlichen Art der Behandlung eine Lücke in dem eisenbahn-technischen Schrifttum ausfüllen wird. W—e.

Tabellen zur schnellen Bestimmung der Querschnitte, Momente und Spannungen in Eisenbetonplatten von M. Bazali, Ingenieur. Berlin 1907, W. Ernst und Sohn. Preis 1,2 M.

Die Tabellen beruhen auf der Grundlage der ministeriellen Bestimmungen für Preufsen und bilden ein bequemes und einfaches Mittel zur Bestimmung von vollen Eisenbetonplatten in ihren Einzelmafsen, auch unter Berücksichtigung der Betonzugspannungen in der von den Bestimmungen vorgesehenen Weise.

Statistische Nachrichten und Geschäftsberichte von Eisenbahn-Verwaltungen.

1. Statistischer Bericht über den Betrieb der unter Königlich Sächsischer Staatsverwaltung stehenden Staats- und Privat-Eisenbahnen mit Nachrichten über Eisenbahn-Neubau im Jahre 1906. Herausgegeben vom Königlich Sächsischen Finanz-Ministerium.

2. 35. Geschäftsbericht der Direktion und des Verwaltungsrates der Gotthardhahn, umfassend das Jahr 1906. Luzern, 1907, H. Keller.

Für die Redaktion verantwortlich: Geheimer Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden.



GRUNDLAGEN

ZU EINER

THEORIE DER BETTUNGSZIFFER.

VON

ING. KARL BORSCHKE,
BAU-OBERKOMMISSÄR DER ÖSTERREICHISCHEN STAATSBAHNEN.

MIT 47 TEXTABBILDUNGEN.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1907.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL's VERLAG.
1907.



Grundlagen zu einer Theorie der Bettungsziffer.

Von Ing. **Karl Borschke,** Bau-Oberkommissär der österreichischen Staatsbahnen.

Vorwort.

Vorliegende Abhandlung ist ein Teil einer umfangreichern Arbeit, die die Statik zusammenhaltloser Massen, einschliefslich der Druckverteilung und der Einwirkung beliebig gelagerter Lasten auf Stützmauern umfassen soll, und die durch die Ansichten des spanischen Ingenieurs Puig über die Druckverteilung im Schotterbette angeregt wurde.*)

Da jedoch die Vollendung dieses Werkes noch geraume Zeit in Anspruch nehmen wird, glaubt der Verfasser, die im Verlaufe seiner Forschungen in Bezug auf die Bettung gefundenen, möglicherweise wertvollen Ergebnisse der Fachwelt schon jetzt mitteilen zu sollen. Die Aufhellung des Begriffes der Bettungsziffer wird der Öffentlichkeit umsomehr erwünscht sein, als grade auf diesem Gebiete eine von allen Forschern empfundene Willkür und Unsicherheit herrscht. Dafs der Verfasser auf voraussetzungsloser, wissenschaftlicher Grundlage zu Schlüssen kommt, die die bestehenden Bauweisen im allgemeinen rechtfertigen, kann nur auf den Einklang zwischen Lehrgebäude und Erfahrung hinweisen, ohne den Theorien leicht die greifbare Gestalt verlieren.

Der Theoretiker darf nie aus dem Auge verlieren, dafs der Gedankengang der Mathematik den Stoff fast aller sinnlichen Eigenschaften entkleidet und uns eigentlich nur dessen wesenlose Schatten zeigt. Daher sagt d'Alembert in seinem »Discours préliminaire sur l'encyclopédie«: »cette science est le terme le plus éloigné où la contemplation des propriétés de la matière puisse nous conduire, et nous ne pourrions aller plus loin sans sortir tout à fait de l'univers matériel.«

Demgemäfs wurde auch hier der tatsächlichen Erkenntnis der geziemende Vorrang zugewiesen, sie bildet die Grundlage für den Aufbau der Theorie.

Diese Aufgabe kann nur die angewandte Mathematik des Ingenieurs in stetem Einklange mit Lockes Grundsatz: »nihil in intellectu, quod non ante in sensu« lösen.

Aus diesen Gesichtspunkten möge vorliegende Arbeit gewürdigt werden. Wenn sie den Weg zu neuen Versuchen ebnet und die Forschung fördert, so wird der Verfasser darin den besten Dank für die aufgewandte Mühe erblicken.

Wien, im März 1907.

Borschke.

Inhalts-Übersicht.

Bezeichnungen.

D_a Angriffs-Druck auf eine lotrechte Wand ohne lotrechte Reibung;

D_p Widerstands-Druck auf eine lotrechte Wand ohne lotrechte Reibung;

Θ_a Angriffs-Druck auf eine lotrechte Wand mit lotrechter Reibung;

Θ_p Widerstands-Druck auf eine lotrechte Wand mit lotrechter Reibung;

$\mathfrak{D}_a$ Angriffs-Druck auf ein Wandteilchen mit lotrechter Reibung.

$\mathfrak{D}_p$ Widerstands- « « « » « «

k Unterstopfungsziffer;

g Gewicht der Raumeinheit der Bettung kg/cbcm;

kg « « unterstopften Bettung «

G « « durch Unterstopfung und Belastung verdichteten Bettung kg/cbcm;

c' Bettungsziffer;

p Belastung von 1 qcm der Bettung, Bettungspannung kg/qcm nach Zimmermann;

C bis zur Reibungstiefe T veränderliche Bettungsziffer;

c der kleinste Wert der Bettungsziffer in der Tiefe T;

q Bettungspannung in der gefährlichen Wagerechten nach der abgeänderten Winklerschen Gleichung kg/qcm;

$q_1 = d g \mathfrak{M}$ deren erster Grenzwert in der gefährlichen Wagerechten ohne Einsenkung;

q_2 deren zweiter Grenzwert in der gefährlichen Wagerechten mit bleibender Senkung der Schwelle;

ε deren dritter Grenzwert, der die engste Lagerung herbeiführt und die Gültigkeit der Bettungsgleichung begrenzt;

ε' deren vierter Grenzwert;

$q - d g \mathfrak{M}$ der die Senkung und Biegung der Schwelle verursachende Bettungs-Überdruck in der gefährlichen Wagerechten;

*) Zeitschrift für Eisenbahnen und Dampfschiffahrt 1896, Heft 14.

$\varepsilon - d\,g\,\mathfrak{M}$ die Bettungszahl oder der die engste Lagerung erzeugende Bettungsüberdruck in der gefährlichen Wagerechten;
H die Bettungstärke;
$2(l + a)$ die Länge der Schwelle;
b « Breite « « ;
d « Einbettungstiefe der Schwelle;
T die Reibungstiefe;
$T - d$ die Entfernung der Nullwagerechten von der gefährlichen Wagerechten, zwischen welchen die Einsenkung und Biegung der Schwelle stattfindet;
s die bis zur Tiefe T veränderliche Einsenkung;
S der unveränderliche gröfste Wert der Einsenkung in der Tiefe T oder $H > T$, wobei für denselben Wert $q - d\,g\,\mathfrak{M}$ die Gleichung $C s = c S$ besteht;
E Elastizitätszahl;
τ Trägheitsmoment der Schwelle;
ϱ, $\operatorname{tg} \varrho = a$, Böschungs- und Reibungs-Winkel;
ϱ', $\operatorname{tg} \varrho' = a'$, der in der lotrechten Mittelgrenze von $H = d$ bis $H = T - d$ veränderliche Wert der lotrechten Reibung.

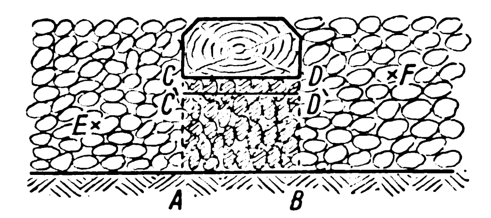
Die blofs von Winkelgröfsen abhängigen Werte sind:

m für den Angriffs-Druck ohne lotrechte Reibung;
n « « Widerstands- « « « « ;
$\mathfrak{M} = \frac{n}{m} = n^2$, zur Vereinfachung der Rechnung eingeführt;
μ für den Angriffs-Druck mit lotrechter Reibung;
ν « « Widerstands- « « « « ;
$M = \frac{\nu}{\mu}$, Rechnungsgröfse;
μ_x, ν_x, M_x dieselben Werte für veränderliches $a' = \operatorname{tg} \varrho'$ nur innerhalb der Tiefen $H = d$ und $H = T - d$ von der gefährlichen bis zur Null-Wagerechten vorkommend.

I. Erfahrungs-Grundlagen.

Durch das allseitige Unterstopfen werden die vom Gewichte des Oberbaues zunächst betroffenen Teilchen des Körpers ABCD (Textabb. 1) der Bettung gezwungen, sich in vorwiegend wage-

Abb. 1.



rechter Richtung zu verkeilen. Aufserhalb dieses Raumes, etwa in E oder F, ist keine wirksame Verkeilung möglich, da die Bettungsteilchen nach oben ausweichen können.

Bei der nachfolgenden Belastung durch die Betriebsmittel wird sich die Schwelle entsprechend der Höhe der Bettungspannung*) etwa bis C′D′ einsenken. Hierdurch wird der Inhalt ABCD in ABC′D′ geprefst, also eine Art lotrechter Verkeilung hervorgerufen.

Die an die Bettung zu stellende Hauptforderung ist die Herstellung einer federnden Unterlage. Soll dieses Ziel in aller Strenge erreicht werden, so darf bei der Einpressung von ABCD in ABC′D′ kein Schotter verdrängt werden, damit keine bleibende Senkung eintritt. Die Belastung darf also nur bis zu der Gröfse anwachsen, bei der eine lotrechte Verkeilung der bereits wagerecht verkeilten Teilchen noch möglich ist, und alle auftretenden lotrechten und seitlichen Drücke ohne Überschreitung der Festigkeitsgrenze des Bettungsstoffes durch den Widerstand des Untergrundes und des unveränderten Teiles der Bettung aufgehoben werden.

Der belastete Teil ABCD der Bettung wird also durch die Verkeilungen sein Gewicht für die Raumeinheit ändern, und hierdurch zu einem wesentlich veränderten Mittel gemacht. Die Antwort auf die Frage nach dem Gleichgewichte wird daher im Ausgleiche der in den Begrenzungsflächen AC′ und BD′ beider Mittel auftretenden Druckkräfte gegen die in den unveränderten Teilen möglichen Widerstände zu suchen sein.

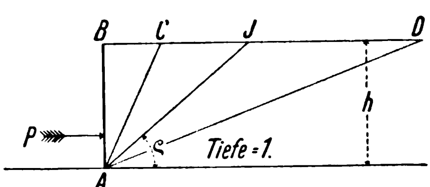
In den nachstehenden Ausführungen werden diese Mittelgrenzen, deren es bei jeder Querschwelle vier gibt, als lotrechte Ebenen angenommen, obwohl in Wirklichkeit nur eine regellose Reihe unzusammenhängender Berührungsflächen vorhanden ist. Dennoch liegen die die Berührung bewirkenden Teilchen alle in der Nähe dieser gedachten Ebenen, sodafs die in einzelnen Punkten und Flächenteilchen vereinigten Pressungen als auf die ganzen lotrechten Ebenen verteilt gedacht werden können. Das so erhaltene Ergebnis kann hierbei vom tatsächlichen nicht mehr abweichen, als dies bei der Lösung verwandter Aufgaben, beispielsweise bei der Bestimmung des Erddruckes auf eine Futtermauer, der Fall ist. Aufserdem ist diese Annahme eine unumgängliche Grundlage mathematischer Fassung.

Im nachfolgenden sollen die in diesen Ebenen sich treffenden Kräfte und Widerstände beleuchtet werden.

II. Seitendruck ohne lotrechte Reibung.

Denkt man sich ein nach rechts unbegrenztes Schotterbett (Textabb. 2) von der Höhe h und der Tiefe 1 bei AB

Abb. 2.



durch eine vorläufig reibungslos vorausgesetzte Wand abgeschlossen und durch eine hinreichend grofse Kraft P angeprefst, so erkennt man, dafs das Gleichgewicht nicht gestört wird, wenn P etwas verringert oder vergröfsert wird. Im ersten Falle gelangt man zu einem Werte von P, bei dessen geringster Verminderung die Wand nach links ausweichen und der Schotter abstürzen wird. Dieser kleinste Wert von P, der gerade noch das Gleichgewicht erhält, heifse der Angriffs-

*) Der Druck auf die Flächeneinheit der Bettung wird mit „Bettungsspannung" bezeichnet.

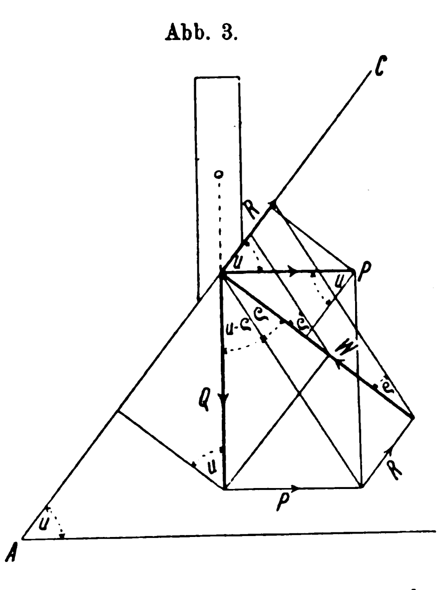


druck D_a. Im zweiten Falle erreicht man einen gröfsten Wert von P, der, um das geringste vermehrt, die Bewegung der Wand nach rechts verursachen würde. Dieser gröfste Wert bei noch bestehendem Gleichgewichte ist der Widerstandsdruck D_p. Diese Gröfsen folgen also der Beziehung $D_a < P < D_p$.

Bei sonst ungeänderten Verhältnissen sind demnach die beiden Grenzwerte D_a und D_p unveränderlich, mag auch der Absturz tatsächlich im ersten Falle etwa in AC, oder die Abschiebung im zweiten Falle etwa in AD, oder in einer andern Ebene eintreten.

Zunächst soll nun D_a bestimmt werden. Auf der schiefen Ebene AC (Textabb. 3) von der Neigung u gegen die Wagerechte steht eine Last Q, die durch die kleinste Kraft P in Ruhe erhalten werden soll. Die einwirkenden Kräfte sind: P. Q, der Widerstand der schiefen Ebene W und die Reibung R; der Reibungswinkel sei ϱ. Da R von P, Q, beziehungsweise von W und ϱ abhängt, sind nur P und W unbekannt: zu ihrer Bestimmung genügen also zwei Gleichungen, die man aus den Abzeichnungen der wirkenden Kräfte auf zwei rechtwinkelig zu einander stehende Achsen erhält. Die Reibung, die bei Verhinderung des Absturzes der Last mitwirkt, mufs im Sinne der Kraft P, also längs AC nach oben gerichtet sein.

Abb. 3.



Die Gleichgewichtsbedingungen lauten:

in AC: $P \cos u + R - Q \sin u = 0$,

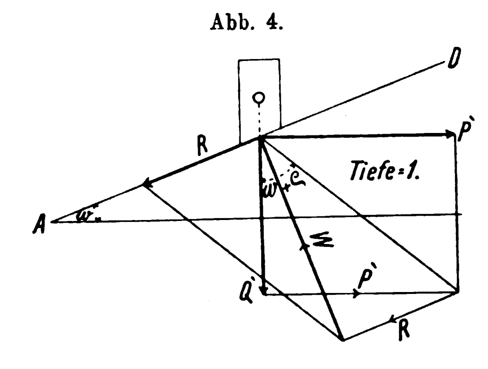
rechtwinkelig AC: $P \sin u + Q \cos u - W = 0$.

Nun ist $R = (P \sin u + Q \cos u) \operatorname{tg} \varrho$; durch Einsetzen dieses Wertes in die erste Gleichung ergibt sich:

$$P \cos u + P \sin u \operatorname{tg} \varrho + Q \cos u \operatorname{tg} \varrho - Q \sin u = 0 \text{ oder}$$
$$P = Q \operatorname{tg} (u - \varrho).$$

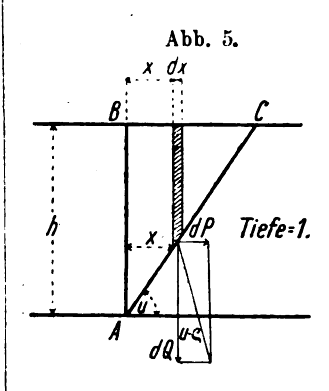
Bestimmt man nun für eine andere schiefe Ebene von der

Abb. 4.



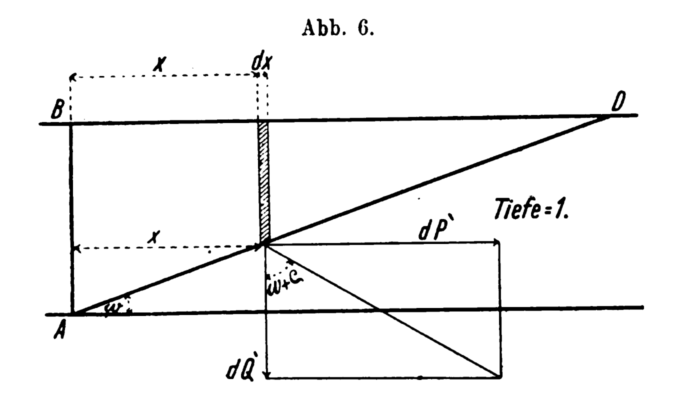
Neigung w (Textabb. 4) und der Last Q' die gröfste Kraft P', die noch Gleichgewicht zuläfst, so gelten dieselben Ableitungen mit dem Unterschiede, dafs jetzt die Reibung im entgegengesetzten Sinne wirken mufs, da sie die Verschiebung der Last Q' auf der schiefen Ebene AC im Sinne von P' nach oben hindert. Man braucht demnach nur das Vorzeichen von ϱ zu ändern und erhält: $P' = Q' \operatorname{tg} (w + \varrho)$.

Abb. 5.



Die Lasten Q und Q' ersetze man nun durch die Gewichte der kleinsten Teile von zusammenhaltlosen Bettungskörpern ABC (Textabb. 5) und ABD (Textabb. 6), dQ und dQ', auch alle übrigen Kräfte verwandeln sich dann in ihre Differenziale und es entsteht $dP = dQ \,.\, \operatorname{tg} (u - \varrho)$ und $dP' = dQ' \operatorname{tg} (w + \varrho)$. Das Gewicht der Raumeinheit des Schotters sei g.

Abb. 6.



Da $dQ = \frac{1}{2} g \, [2 \, (h - x \operatorname{tg} u) - dx \,.\, \operatorname{tg} u] \, dx$ und $dQ' = \frac{1}{2} g \, [2 \, (h - x \operatorname{tg} w) - dx \,.\, \operatorname{tg} w] \, dx$ ist, so wird bei Vernachlässigung der höhern Potenzen des Differenziales $dP = g \, (h - x \operatorname{tg} u) \, dx \,.\, \operatorname{tg} (u - \varrho)$ und $dP' = g \, (h - x \operatorname{tg} w) \,.\, dx \,.\, \operatorname{tg} (w + \varrho)$. Durch Integration von dP und dP' innerhalb der Grenzen $x_1 = 0$ und $x_2 = \frac{h}{\operatorname{tg} u}$ beziehungsweise $\frac{h}{\operatorname{tg} w}$ ergeben sich die Wirkungen der ganzen Körper ABC und ABD, nämlich

$$\int_{x_1 = 0}^{x_2 = \frac{h}{\operatorname{tg} u}} dP = D_a = \int_{x_1 = 0}^{x_2 = \frac{h}{\operatorname{tg} u}} (h - x \operatorname{tg} u) \,.\, dx \,.\, g \operatorname{tg} (u - \varrho)$$
$$= g \operatorname{tg} (u - \varrho) \left(h x - \frac{x^2}{2} \operatorname{tg} u \right)_{x_1 = 0}^{x_2 = \frac{h}{\operatorname{tg} u}} \text{ oder}$$

Gl. 1) .... $D_a = \frac{1}{2} g h^2 \frac{\operatorname{tg} (u - \varrho)}{\operatorname{tg} u}$ und

Gl. 2) .... $D_p = \frac{1}{2} g h^2 \frac{\operatorname{tg} (w + \varrho)}{\operatorname{tg} w}$,

worin die Ausdrücke $\frac{1}{2} \frac{g h^2}{\operatorname{tg} u}$ und $\frac{1}{2} \frac{g h^2}{\operatorname{tg} w}$ das Gewicht der Körper ABC uud ABD darstellen.

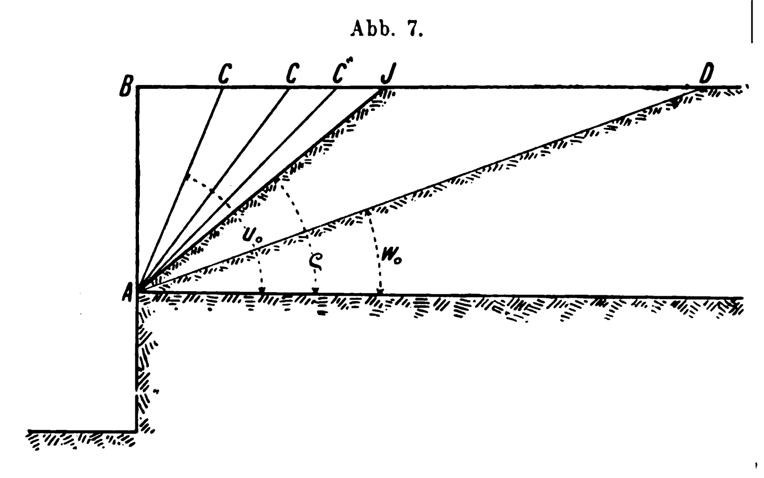
Da D_a und D_p unveränderlich sind, ebenso aber auch g, h und ϱ, so müssen die Gröfsen $f(u) = \frac{\operatorname{tg} (u - \varrho)}{\operatorname{tg} u}$ und f(w

$= \frac{\operatorname{tg}(w+\varrho)}{\operatorname{tg} w}$ auch feste Werte annehmen, u und w können sich also nur als bestimmte Gröfsen u_0 und w_0 ergeben, die man als Bruchwinkel bezeichnet.

Ohne weiteres ist nicht zu erkennen, welchen Wert u_0 annehmen wird, u_0 mufs aber jedenfalls $> \varrho$ sein, weil für $u = \varrho$ $D_a = 0$ würde, während doch D_a in jedem Falle eine feststehende Gröfse hat. Es ist auch nicht möglich, den Bruchwinkel etwa durch Entfernung der Wand AB (Textabb. 7) zu messen, denn dann würde zwar das Prisma ABC abstürzen, allein zwischen der nun freien Wand AC und der natürlichen Böschung AJ mufs sich notwendig und fast gleichzeitig eine zweite Bruchfläche AC' ausbilden, und dieser Vorgang setzt sich so lange fort, bis die natürliche Böschung AJ erreicht ist.

Anders verhält sich der Bruchwinkel w_0 des widerstehenden Körpers ABD (Textabb. 7), der nach dem Abschieben

Abb. 7.



gemessen werden kann, und der sich auch aus der folgenden Betrachtung als Winkel der einzig möglichen Fläche des geringsten Widerstandes ergibt.

Die Bestimmung des Bruchwinkels u_0 des angreifenden Körpers ABC enthält eine Unbestimmtheit; doch bietet das Ergebnis der analytischen Untersuchung insofern grofse Sicherheit, als für diesen Winkel u_0 die Druckkräfte ihre Höchstwerte erreichen. Dies ergibt sich aus folgendem.

$$f(u) = \frac{\operatorname{tg}(u-\varrho)}{\operatorname{tg} u} \text{ wird für } u = \varrho \;.\;.\;.\;.\; f(u=\varrho) = 0$$

und für $u = 90^0$ . . . . $f(u = 90^0) = \frac{\operatorname{cotg} \varrho}{\infty}$ ebenfalls $= 0$; da nun für jeden andern Wert von u, nämlich $90^0 > u > \varrho$ . . . $f(u)$ stets positiv bleibt, so mufs innerhalb dieser Grenzen notwendig ein Wert u_0 liegen, der $f(u)$ zu einem gröfsten Werte macht; man erhält dieses aus:

$$\frac{d f(u)}{du} = \frac{\operatorname{tg} u \frac{1}{\cos^2(u-\varrho)} - \operatorname{tg}(u-\varrho)\frac{1}{\cos^2 u}}{\operatorname{tg}^2 u} = 0, \text{ woraus}$$

$$u = u_0 = 45^0 + \frac{\varrho}{2} \text{ folgt.}$$

Ebenso erhält man den Bruchwinkel w_0. Da $f(w) = \frac{\operatorname{tg}(w+\varrho)}{\operatorname{tg} w}$ für $w = 0$ und $(w+\varrho) = 90^0$ unendlich wird, für Zwischenwerte $90 > (w+\varrho) > 0$ stetig und positiv bleibt, so folgt ein w_0, das $f(w)$ zu einem kleinsten Werte macht, aus:

$$\frac{d f(w)}{dw} = \frac{\operatorname{tg} w \frac{1}{\cos^2(w+\varrho)} - \operatorname{tg}(w+\varrho)\frac{1}{\cos^2 w}}{\operatorname{tg}^2 w} = 0 \text{ mit}$$

$$w = w_0 = 45^0 - \frac{\varrho}{2}.$$

Durch Einsetzen der Werte u_0 und w_0 in die Gl. 1) und 2) erhält man die bekannten Ausdrücke für den angreifenden und widerstehenden Druck ohne lotrechte Reibung:

$$\text{Gl. 3)} \quad D_a = \frac{1}{2} g h^2 \frac{\operatorname{tg}(u_0-\varrho)}{\operatorname{tg} u_0} = \frac{1}{2} g h^2 \frac{\operatorname{tg}\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right)}{\operatorname{tg}\left(45^0 + \frac{\varrho}{2}\right)} = \frac{1}{2} g h^2 \operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right),$$

$$\text{Gl. 4)} \quad D_p = \frac{1}{2} g h^2 \frac{\operatorname{tg}(w_0+\varrho)}{\operatorname{tg} w_0} = \frac{1}{2} g h^2 \frac{\operatorname{tg}\left(45^0 + \frac{\varrho}{2}\right)}{\operatorname{tg}\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right)} = \frac{1}{2} g h^2 \operatorname{tg}^2\left(45^0 + \frac{\varrho}{2}\right),$$

deren Ableitung hier der Übersicht halber wiederholt ist.

Gl. 4) folgt aus 3) durch Änderung des Vorzeichens von ϱ. Diese Umformung wird im folgenden zur Vermeidung weitläufiger Ableitungen häufig vorgenommen werden.

Die nur von den Winkelfunktionen abhängigen Werte $\frac{\operatorname{tg}(u_0-\varrho)}{\operatorname{tg} u_0} = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varrho}{2}\right)$ und $\frac{\operatorname{tg}(w_0+\varrho)}{\operatorname{tg} w_0} = \operatorname{tg}^2\left(45 + \frac{\varrho}{2}\right)$ heifsen Druckziffern; sie werden m und n genannt und sollen zur besseren Vergleichung mit anderen Druckziffern als Funktion von $\operatorname{tg} \varrho = a$ dargestellt werden.

$$m = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varrho}{2}\right) = \left(\frac{1 - \operatorname{tg}\frac{\varrho}{2}}{1 + \operatorname{tg}\frac{\varrho}{2}}\right)^2; \text{ nun ist}$$

$$\operatorname{tg} \varrho = \frac{2 \operatorname{tg}\frac{\varrho}{2}}{1 - \operatorname{tg}^2 \frac{\varrho}{2}} \text{ oder } \operatorname{tg}\frac{\varrho}{2} = -\frac{1}{\operatorname{tg}\varrho} + \sqrt{\frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varrho} + 1}, \text{ und}$$

$$\text{da } \operatorname{tg}\varrho = a \text{ ist } . . . \operatorname{tg}\frac{\varrho}{2} = \frac{\sqrt{1+a^2} - 1}{a}, \text{ also}$$

$$\text{Gl. 5)} \quad m = \left(\frac{a + 1 - \sqrt{1+a^2}}{a - 1 + \sqrt{1+a^2}}\right)^2 = \frac{1}{(\sqrt{1+a^2}+a)^2}$$

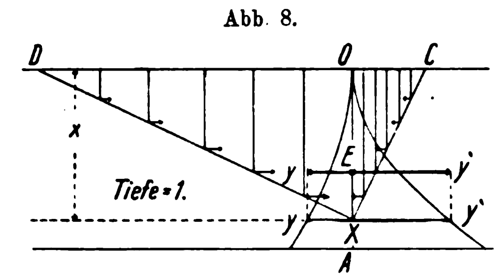
und durch Änderung des Vorzeichens von a

$$\text{Gl. 6)} \; . . . . \; n = \frac{1}{(\sqrt{1+a^2}-a)^2} = \frac{1}{m},$$

die Druckformeln Gl. 3) und Gl. 4) lauten dann: $D_a = \frac{1}{2} g h^2 m$ und $D_p = \frac{1}{2} g h^2 n$.

Setzt man $D_a = Y$, $D_p = Y'$, $h = x$, so werden die Druckveränderungs-Schaulinien $Y = \frac{1}{2} g m x^2$ und $Y' = \frac{1}{2} g n x^2$ Parabeln, deren Scheitel in $x = 0$ liegt und deren Parameter $p = \frac{2}{g m}$ und $p' = \frac{2}{g n}$ sind (Textabb. 8). Y und Y' stellen

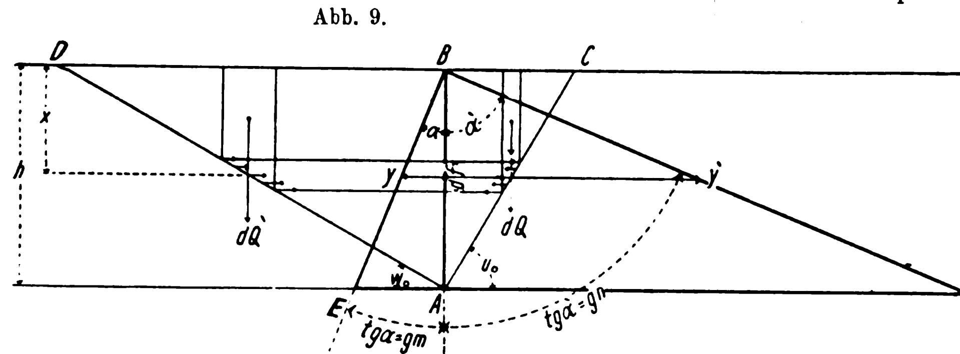
Abb. 8.



dabei immer den Druck auf die ganze Fläche $0X.1$ dar, der im Druckmittelpunkte E für $0E = \frac{1}{3}\,0X$ angreift. Da hier keine Stützwände, sondern nur Einzeldrücke auf lotrechte Flächenteile $df = dx \times 1$ in Betracht kommen, so haben diese Parabeln für die hier durchzuführenden Untersuchungen keine unmittelbare Bedeutung.

Nun soll der gleichmäfsig verteilt einzuführende Druck y auf das Flächenteilchen df (Textabb. 9) bestimmt werden.

Abb. 9.



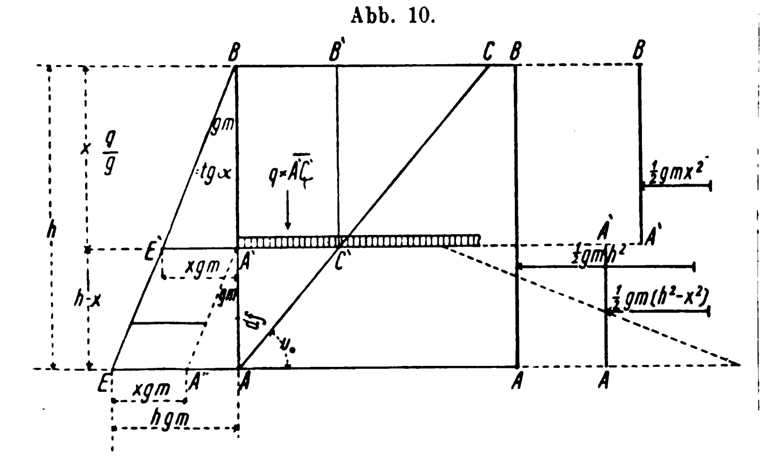
Man erhält diesen Druck durch Differenzierung der Werte Y und Y' nach x:

$dY = y \,.\, df = gmx\,dx$ und $dY' = y' \,.\, df = gnx\,dx$, oder da $df = dx \,.\, 1 = dx$, $y = x \,.\, g \,.\, m$ und $y' = x \,.\, g \,.\, n$,

woraus sich ergibt, dafs y und y' Anseiten rechtwinkeliger Dreiecke sind, deren Höhen x und deren Winkel α und α' so zu wählen sind, dafs $tg\,\alpha = gm$ und $tg\,\alpha' = gn$ wird. Summiert man alle Einzeldrücke auf die Flächenteilchen df von 0 bis h, so wird der ganze Druck durch die Körper ABE und ABE' dargestellt.

ABE ist das Kraftprisma des Angriffs-Druckes von ABC und ABE' das des Widerstands-Druckes von ABD. In der Folge sollen in den Abbildungen statt der Winkel α und α' ihre Tangenten-Werte gm und gn angegeben werden.

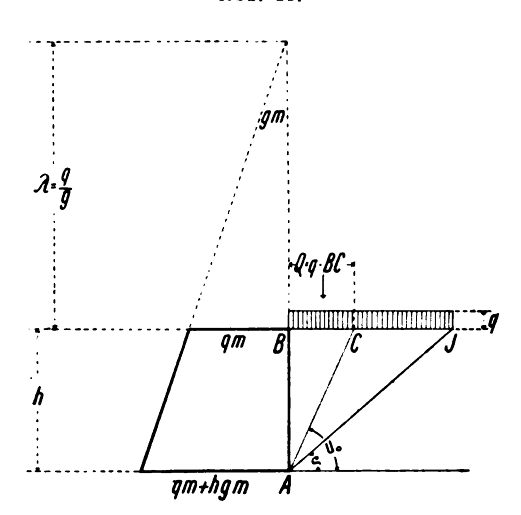
Abb. 10.



Soll in A'B (Textabb. 10) eine Wand angebracht und nur der Druck auf die Fläche AA' bestimmt werden, so wird dieser durch den trapezförmigen Körper AEE'A' dargestellt, denn da $AE = hgm$, $A'E' = x \,.\, gm$ und $AA' = h - x$ ist, so wird $AEE'A' = \frac{hgm + xgm}{2}(h - x) = \frac{1}{2}\,gm\,(h^2 - x^2)$, worin $\frac{1}{2}\,gmh^2$ den Druck auf die ganze Wand AB und $\frac{1}{2}\,gmx^2$ den Druck auf den Wandteil A'B darstellen.

Würde die zusammenhaltlose Masse nur von A bis A' betrachtet, der über A'C' liegende Teil aber als gleichförmig verteilte Belastung angesehen, so wäre ihr Wanddruck allein auf $AA' \ldots = \frac{1}{2}\,gm\,(h - x)^2 = \triangle\, AA'A''$; demnach wird $\frac{1}{2}\,gm\,(h^2 - x^2) = \frac{1}{2}\,gm\,(h - x)^2 + x \,.\, gm\,(h - x)$, der Druck des Absturzkörpers AA'C', dargestellt durch AA'A'' vermehrt um A''A'E'E; letzterer Körperteil stellt daher den Einflufs der Belastung A'C'BB' des Absturzkörpers AA'C' auf den Seitendruck dar. Aus der Zeichnung folgt, dafs dieser von der Belastung herrührende Teil AA'E'E des Kraftkörpers für jedes Teilchen df der Fläche AA' gleich grofs ist. Es ist also gleichgültig, ob der Raum A'C'BB' mit Schotter ausgefüllt oder ob längs A'C' eine andere gleichmäfsig verteilte Last (Textabb. 10) von derselben Wirkung angebracht wird. Zu diesem Zwecke mufs nur die Belastung der Einheit der Grundfläche $q = gx$ sein. Man kann daher den Einflufs irgend einer Belastung q (Textabb. 11) leicht erhalten, wenn man

Abb. 11.



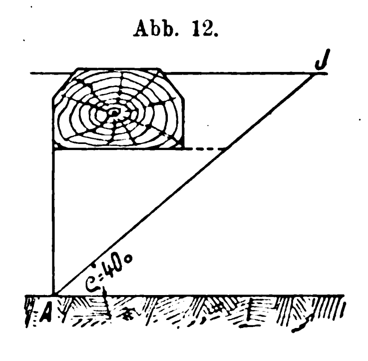
sie so darstellt, als ob sie von einer Beschotterung von der Höhe $\lambda = \frac{q}{g}$ herrührte, man braucht nur dem Kraftkörper die Höhe $h + \lambda$ zu geben. Die Gröfse $\lambda = \frac{q}{g}$ ist die verwandelte Lasthöhe.

Den ganzen Druck auf die Wand AB findet man, wenn man in Gl. 1) und 3) das Gewicht des Druckkörpers $g . 1 . ABC$ um die Belastung $q . BC = q . \frac{h}{tg\, u_0}$ vermehrt; da $g . 1 . ABC = \frac{1}{2} g . AB . \frac{AB}{tg\, u_0} = \frac{1}{2} g \frac{h^2}{tg\, u_0}$ ist, wird

$$\text{Gl. 7)} \quad D_a = \left[\frac{1}{2} g h^2 + q h\right] \frac{tg(u_0 - \varrho)}{tg\, u^0} = \left[\frac{1}{2} g h^2 + q h\right] tg^2\left(45 - \frac{\varrho}{2}\right) = \left[\frac{1}{2} g h^2 + q h\right] m.$$

Die Mechanik bestimmte bisher den Druck auf die Wand AB nur für den Fall, dafs die Belastung von B mindestens bis zum Punkte Y der natürlichen Böschung reichte. Endet die Belastung schon vorher, wie beim Querschwellen-Oberbaue für gröfsere Bettungstiefen (Textabb. 12), so liefert die ältere Theorie Rebhanns wie die neuere Erddrucklehre kein Verfahren zur Bestimmung des Druckes. Wie diese Aufgabe gelöst wird, zeigt der folgende Abschnitt.

Abb. 12.



III. Der Druckkörper.

Ein Satz betreffend den Druckkörper der eben begrenzten Säule aus Schüttstoff bildet die Grundlage der Statik der Bettung; er soll zunächst von Tatsachen ausgehend erläutert und dann rechnerisch bewiesen werden.

III. a. Erläuterung des Satzes.

Denkt man sich ein Gefäfs AA'BB' mit zusammenhaltloser Masse gefüllt (Textabb. 13) und so aufgestellt, dafs diese bei Entfernung der Wände frei abstürzen kann, so wird der von den Absturzkörpern ABC und A'B'C' auf die Wände AB und A'B' ausgeübte Druck durch die Kraftkörper ABE und A'B'E' dargestellt. Entfernt man nun die Wand AB, so wird zunächst der angreifende Druckkörper ABC und fast gleichzeitig auch die übrige Masse nach den Angaben zu Textabb. 7 bis zur natürlichen Böschung AJ abstürzen. Dasselbe geschieht, wenn statt AB die Wand A'B' entfernt wird, jetzt stürzt die Masse bis A'J' ab. Werden beide Wände gelöst, so wird nur der Teil ADA' stehen bleiben. Wird aus dem gefüllten Raume der Teil $O_1 O_2 O_3$ entfernt und in $O_1 O_2$ eine Wand aufgestellt, so mufs zur Wahrung des Gleichgewichtes auf diese Wand nach links derselbe Druck ausgeübt werden, der früher im vollen Absturzkörper vom Teile $O_1 O_2 O_3$ auf $O_1 O_2$ ausgeübt wurde. Dieser Druck wird durch die Masse auf die Wand AB ebenso übertragen, und hat daher dieselbe Gröfse, die er bei vollem Absturzkörper ABC hätte. Demnach ist die Stellung der Wand $O_1 O_2$ oder auch OO_1 einflufslos, der Druck auf AB hat immer denselben Wert und ist unabhängig von der Breite BB' des Gefäfses. Bei nicht unendlich kleinem Korne der Schüttmasse mufs diese Breite mindestens derart sein, dafs sich Böschungs- und Bruch-Winkel in der Masse ausbilden können, was bei den üblichen Schwellenbreiten stets der Fall ist. Bei endlich begrenzter Korngröfse könnte beispielsweise der Fall der Textabb. 14 nicht nach diesem Satze von der Schüttsäule behandelt werden.

Abb. 13.

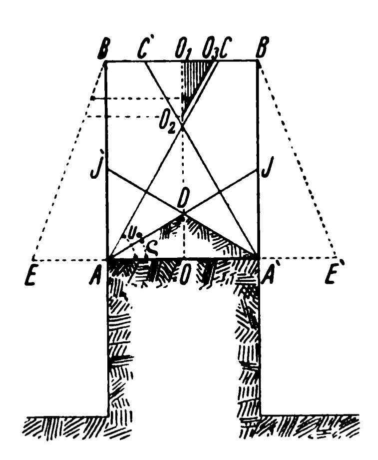
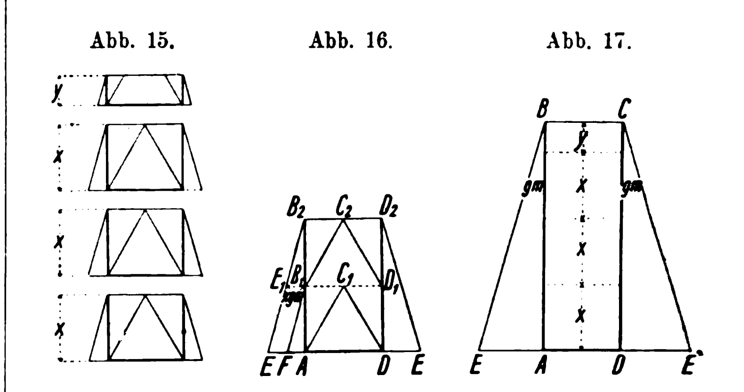


Abb. 14.

Das mit einer zusammenhaltlosen Masse gefüllte Gefäfs ABCD (Textabb. 17) mit der Höhe h werde in eine beliebige Anzahl einzelner Gefäfse (Textabb. 15) derart zerlegt, dafs

Abb. 15. Abb. 16. Abb. 17.



$h = nx + y$ wird; jedoch wird x so gewählt, dafs sich die Begrenzungsebenen der auf beide Seitenflächen einwirkenden Absturzkörper in der Oberfläche der einzelnen Gefäfse schneiden. Die entsprechenden Kraftkörper sind vor den Wänden angedeutet. Denkt man sich nun den Boden des zweiten Gefäfses entfernt und dieses auf das erste gestellt (Textabb. 16), so wird der Inhalt des zweiten Gefäfses auf das erste nach Textabb. 10 wie eine Belastung der Höhe x wirken, und zwar kommen auf die Druckkörper AB_1C_1 und DD_1C_1 die Lasten $B_1B_2C_2C_1$ und $C_1C_2D_2D_1$. Nach dem zu Textabb. 10 Gesagten wird der Einflufs dieser Last auf die Wand AB_1 durch den Körper EE_1B_1F der Breite $E_1B_1 = x . gm$ dargestellt. Wird damit der vom zweiten Gefäfse herrührende Kraftkörper $E_1B_1B_2$ vereinigt, so entsteht im ganzen der Kraftkörper EAB_2 für den ganzen Druck auf die Wand AB_2. Durch fortgesetztes Aufsetzen aller $n + 1$ Gefäfse ergibt sich in ABE (Textabb. 17) der ganze Druck auf die Wand AB. Dies gilt auch für den widerstehenden Druck des Bruchwinkels w_0, wenn n statt m geschrieben und jede Druckkraft mit entgegengesetzter Richtung gezeichnet wird. Da nun x nach der beliebigen Breite des Gefäfses geregelt werden kann, so folgt aus dieser Betrachtung, dafs der Druck auf die Wand AB oder CD von der Breite des Gefäfses unabhängig ist. Dasselbe gilt auch von den Stirnwänden. Diese vier Wände bilden bei der unterstopften Querschwelle die vier lotrechten Mittelgrenzen (Text-

Abb. 18.

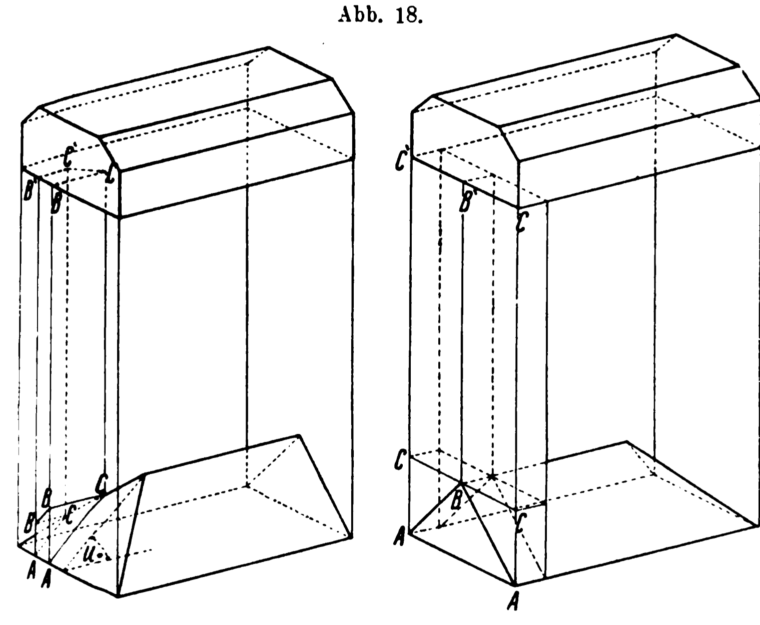
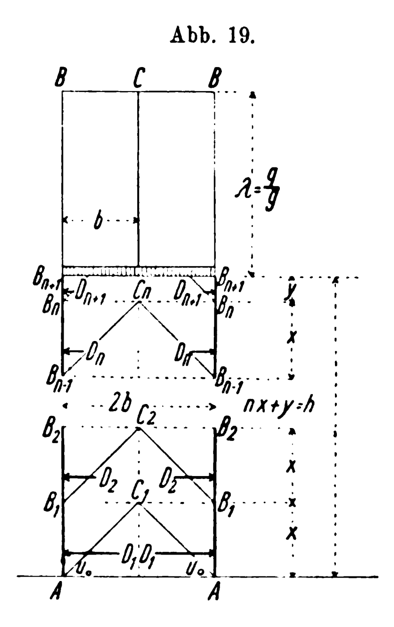


abb. 18). Die Schwelle ist hier lotrecht durchschnitten, um die mafsgebenden Druckkörper besser zeichnen zu können. Die Tiefe des Schotterbettes ist beliebig.

III. b. Rechnerischer Beweis.

Das Gefäfs (Textabb. 19) sei wieder bis B_{n+1} mit zusammenhaltloser Masse gefüllt und mit $Q = q \,.\, B_{n+1} B_{n+1}$ belastet; die Last wird wieder durch eine Masse gleicher Art von der Höhe $\lambda = \frac{q}{g}$ ersetzt gedacht.

Abb. 19.



Der Druck auf die Seitenflächen AB_{n+1} wird durch Vereinigung der Einzeldrücke D_1 bis D_{n+1} auf die Flächen AB_1, B_1B_2, ... $B_{n-1}B_n$, deren Höhe $x = b \operatorname{tg} u_0$ ist, und auf die Fläche B_nB_{n+1} mit der Höhe y erhalten. Ist der Druck D_1 bestimmt, so denkt man sich den Teil AB_1B_1A weg und hat dann den Druck D_2 auf B_1B_2 in gleicher Art zu bestimmen; man braucht nur im Auge zu behalten, dafs der Druckkörper im ersten Falle mit der Masse B_1C_1BC, im zweiten Falle mit der Masse B_2C_2BC belastet ist. Fährt man in dieser Weise bis zur Wagerechten B_n fort, so ergibt sich:

$h = nx + y$ und nach Gl. 7)

$$D_1 = \left[\frac{1}{2}\, g x^2 + g\,(h - 1\,.\,x)\, x + qx\right].\, m,$$

$$D_2 = \left[\frac{1}{2}\, g x^2 + g\,(h - 2\,x)\, x + qx\right] m,$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$D_n = \left[\frac{1}{2}\, g x^2 + g\,(h - nx)\, x + qx\right] m,$$

$$D_{n+1} = \left[\frac{1}{2}\, g y^2 + q y\right] m, \text{ somit der ganze Druck auf } AB_{n+1}$$

$$D_a = \Sigma_1^{n+1} D = \left[n\,.\,\frac{1}{2}\, g x^2 + n\,.\,ghx - (n+1)\,\frac{n}{2}\, gx^2 + n\,.\,qx + \frac{1}{2}\, gy^2 + qy\right].\, m = \left[nghx - \frac{n^2}{2}\, gx^2 + nqx + \frac{1}{2}\, gy^2 + qy\right] m,$$

und nach Einsetzen von $h = nx + y$:

$$D_a = \left[n^2 g x^2 + n g x y - \frac{n^2}{2}\, g x^2 + \frac{1}{2}\, g y^2 + q\,(nx + y)\right] m,$$

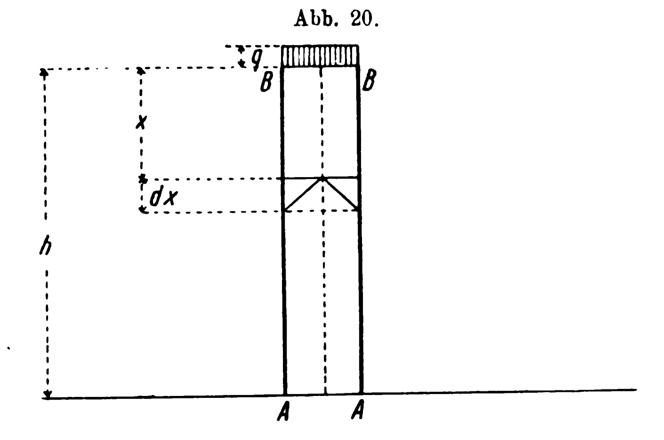
$$D_a = \left[\frac{1}{2}\, g\,(nx + y)^2 + q\,(nx + y)\right] m = \left[\frac{1}{2}\, g h^2 + qh\right] m \qquad \text{(Gl. 7)},$$

womit D_a hier bei der Breite 2 b des Gefäfses ebenso grofs wird, wie in Textabb. 11, wo die Breite unbegrenzt angenommen wurde.

Absichtlich wurde dieser von endlichen Flächen $AB_1 = B_1B_2 = B_2B_3 \ldots . = x$ ausgehende Beweis vorangestellt, obwohl der im folgenden mitzuteilende einfacher ist, jedoch mit dem zu Textabb. 14 Gesagten in scheinbarem Widerspruche steht.

Führt man als Höhe eines Teiles d x statt x ein (Textabb. 20),

Abb. 20.



so ist nach Gl. 7) $dD = \left(\frac{1}{2}\, g\, dx^2 + q_x\, dx\right).\, m$, wobei $q_x = gx + q$ zu setzen ist.

Bei Vernachlässigung der Differenziale zweiten Grades wird $D_a = \int_0^h dD = \int_0^h (g\,.\,x + q)\, m\, dx = \left(\frac{1}{2}\, g x^2 + q x\right)_0^h.\, m = \left(\frac{1}{2}\, g h^2 + q h\right) m$ wie früher = dem Drucke des Druckkörpers ABC in Textabb. 11.

Der Satz vom Druckkörper lautet demnach: der Angriffs- und Widerstands-Druck auf eine Wandfläche ist unabhängig von der Breite der Schüttung, wenn die Breite so grofs ist, dafs sich der Bruchwinkel ausbilden kann.

Alle Druckformeln enthalten einen blofs von Winkelfunktionen abhängigen Wert m, demnach ist dieser Satz ganz allgemein für beliebig geneigte Wandflächen und für wagerechte, geneigte, geradlinig-gebrochene und krumme Oberflächen und für Angriffs- und Widerstands-Druck gültig.

Bei wagerechter Oberfläche liegt der Vergleich mit Wasserdruck nahe; für diesen ist $q = \varrho = 0$, also $m = \operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right)$

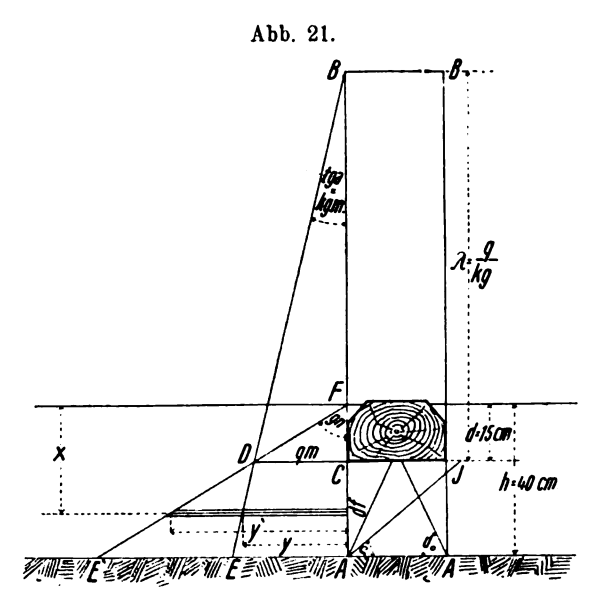
und $n = tg^2\left(45^0 + \frac{\varrho}{2}\right) = 1$. Bei tropfbaren Flüssigkeiten sind Angriffs- und Widerstands-Druck gleich, die Bruchwinkel sind $u_0 = w_0 = 45^0$.

In der Tat läfst sich der Boden- und Seitendruck einer Flüssigkeit nur bei Annahme von unter 45^0 angeordneten gleichen kugelförmigen Teilchen erklären, wovon man sich leicht überzeugen kann.

IV. Die gefährliche Wagerechte.

Um die Gleichgewichtsverhältnisse zu übersehen sind Kraft- und Widerstands-Körper in einer Seitenflanke der Schwelle gezeichnet (Textabb. 21). Die Schwelle greift d cm in die

Abb. 21.



Bettung ein und die Bettungspannung in kg/qcm wurde so geregelt gedacht, dafs sich die Begrenzungen der Kraft- und Widerstands-Körper in der Höhe CD schneiden. Das durch die Unterstopfung verdichtete Schotterbett wiegt für die Raumeinheit kg kg/cbcm, wobei k die Verdichtungsziffer ist. Hierdurch wird der Winkel des Kraftkörpers so geändert, dafs $tg\,\alpha = k\,.\,g\,.\,m$ wird, während $tg\,\alpha' = g\,.\,n$ für den Widerstandskörper des unbelasteten Schotterbettes ungeändert bleibt. Die Werte sind in Zusammenstellung I angegeben. Nach Textabb. 21 kommt bei 26 cm Schwellenbreite und 40 cm Bettungstiefe der Satz vom Druckkörper in Frage, weil die Belastung nicht bis zum Pnnkte J reicht. Die verwandelte Lasthöhe wird in diesem Falle $\lambda = \frac{q}{gk}$. Warum hier von der Einsenkung der Schwellen abgesehen wird, kann erst später klar werden.

In der Tiefe x wird der auf df einwirkende Angriffs-Druck $y = (x + \lambda - d)$ kg m, während der Widerstand bis auf $y' = x\,.\,gn$ gesteigert werden kann. Der volle Widerstand der Bettung kann nicht überall ausgenutzt werden. Nur in CD wird die Angriffskraft bei der gewählten Bettungsspannung gerade gleich der Widerstandskraft. Die Störung des Gleichgewichtes wird in CD zuerst eintreten. Diese Wagerechte heifst daher die gefährliche. Um die Grenzbelastung zu erhalten braucht man nur die Linie CD aus den beiden Dreiecken CDB und CDF zu bestimmen. Aus CDB wird $CD = \lambda\,kgm = \frac{q}{kg}\,.\,kgm = qm$ und aus CDF $CD = dgn$.

Durch Gleichsetzung beider Werte erhält man $q = dg\frac{n}{m}$, für $n : m = \mathfrak{M}$ ist also der Grenzwert $q_1 = dg\,\mathfrak{M}$. Nach Zusammenstellung I ist dieser Grenzwert für einen natürlichen Böschungswinkel von 40^0 schon durch die Bettungspannung von 0,49 kg/qcm erreicht. Da nun der wirkliche Bettungsdruck, unter Annahme der auf Hauptbahnen üblichen Verhältnisse zwischen 1 und 2 kg/qcm liegt, also zwei bis viermal so grofs ist, wie der hier erhaltene Grenzwert, und weil anderseits unter den Querschwellen, trotz der wesentlich höhern Bettungspannung keine Verdrängungen vorkommen, so kann $q = dg\,\mathfrak{M}$ nicht der wahre Grenzwert sein; er muls durch eine neu hinzutretende Kraft vermehrt werden können, und diese ist die lotrechte Reibung, welche im nächsten Abschnitte besprochen werden soll. Die Gröfse $q_1 = dg\,\mathfrak{M}$ hat aber eine andere wichtige Bedeutung, sie soll als der erste Grenzwert bezeichnet werden.

Die Zusammenstellung I enthält alle Werte, die ohne Berücksichtigung der lotrechten Reibung in Betracht kommen. Da die Winkel α und α' oder $tg\,\alpha = kgm$ und $tg\,\alpha' = gn$ für die Zeichnungen regelmäfsig viel zu klein werden (etwa $\alpha = 0^0\,1'\,16''$, $\alpha' = 0^0\,30'\,24''$), so ist ihr 500 faches angegeben, die Ergebnisse beziehen sich also auf die Tiefe von 500 cm statt von 1 cm. Die Kräfte müssen also in einem 500 mal gröfseren Mafsstabe gemessen werden. Gilt also für q und g ein Mafsstab mit der Einheit l, so mufs die Einheit des Kraftmafsstabes zu L = 500 l angenommen werden, wodurch zugleich eine 500 mal gröfsere Genauigkeit erzielt wird. Ebenso kann die Gröfse $\lambda = \frac{q}{kg}$, die in allen Fällen

Zusammenstellung I.

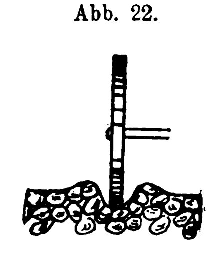
$\varrho =$	38^0	40^0	42^0
u_0	64^0	65^0	66^0
w_0	26^0	25^0	24^0
$m_0 = \frac{1}{n_0}$	0,2378831	0,217442	0,1982285
$n_0 = \frac{1}{m_0}$	4,203745	4,598910	5,044682
$\frac{n_0}{m_0} = n_0^2 = \mathfrak{M}$	17,67147	21,14998	25,44881
$q_1 = dg\,\mathfrak{M}$ für d = 15 cm	0,41085	0,49174	0,59168
g kg/qcm		0,001550	
500 gn = Tangente des Winkels	—	$74^0\,19'\,38''$	—
500 kgm = Tangente des Winkels	—	$10^0\,30'\,25''$	—
$\frac{1}{g(\mathfrak{M} - k)}$	38,9320	32,1776	26,4966
kgd für d = 15 cm . . .		0,025575	
$a = tg\,\varrho$	0,7812855	0,8390996	0,9004039
$g(\mathfrak{M} - k)$	0,0256858	0,0310775	0,0377406
Für eiserne Schwellen d = 5 cm . . . $dg\,\mathfrak{M} =$	0,13695	0,16391	0,19722

zwischen 600 und 1400 cm schwankt, nicht gut im Längenmafse aufgetragen werden. Diese Schwierigkeit kann leicht umgangen werden, wenn man zuerst aus Textabb. 21 $CD = qm$ berechnet und etwa mit dem Mafsstabe $1 kg = 250 mm$ in die Zeichnung einträgt. Ebenso berechnet und zeichnet man $AE = (h - d + \lambda)\ kgm = (h - d)\ kgm + qm$, um nach Ziehen der Linie DE alle Zwischenwerte bequem abmesssen zu können. Die Verdichtungsziffer k wurde in Zusammenstellung I = 1,1 eingeführt. Über diesen Wert wird später Näheres mitgeteilt.

V. Seitendruck mit lotrechter Reibung.

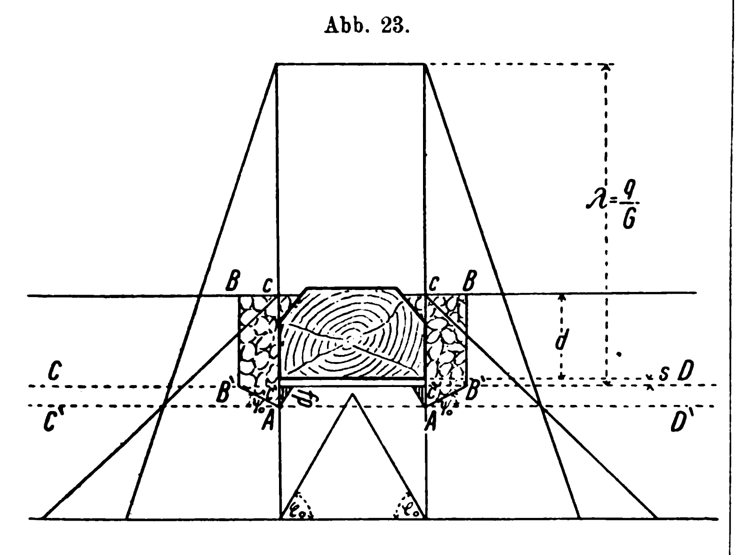
Wenn ein hinreichend belasteter Wagen auf einer zusammenhanglosen Masse fährt, so entsteht unter seitlicher Verdrängung und Hebung der Masse eine Furche (Textabb. 22).

Abb. 22.



Dasselbe tritt bei der Schwelle ein, wenn die Bettungspannung so vermehrt wird, dafs Kraft- und Widerstands-Körper sich unter der gefährlichen Wagerechten CD etwa in C'D' schneiden (Textabb. 23), denn auf das Flächenelement df wirkt jetzt ein Druck,

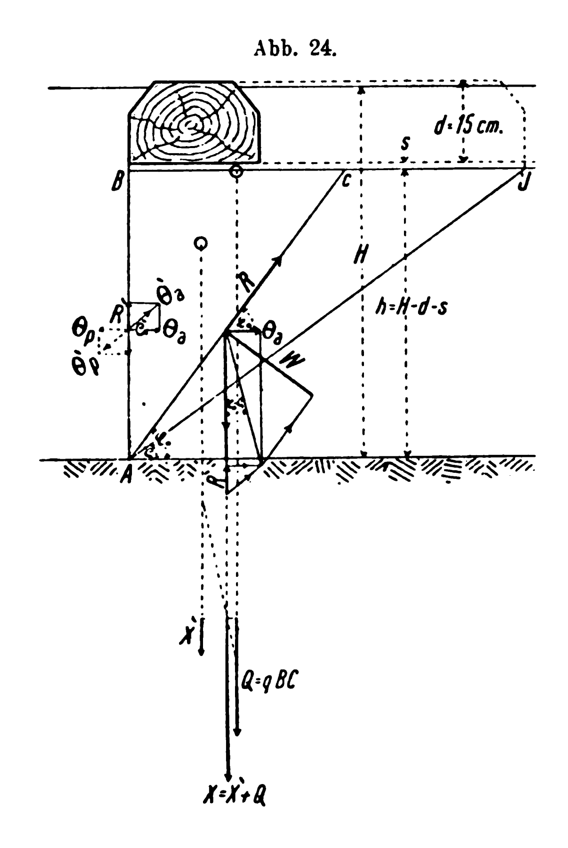
Abb. 23.



der gröfser ist als der mögliche Widerstand. Da nun längs des Schwelleneingriffes d in cc' kein seitlicher Druck auftreten kann, so wird sich dieser Druck nur auf $df = Ac'$ geltend machen und ein Abschieben, eine seitliche Verdrängung und Hebung des Körpers AB'BC auf der schiefen Ebene AB' bewirken. Zu diesem Zwecke mufs aber zuerst die lotrechte Reibung in df, BB' und cc' überwunden werden. Die Vertikalreibung in BB' und cc' bleibt als nur vom Drucke der unbelasteten Bettung stammend im Folgenden unberücksichtigt, weil AB'Bc kein fester Körper ist, der sich gleichzeitig auf AB', B'B und Ac bewegt, vielmehr werden die Teilchen des überstrichelten Druckkörpers nach Überwindung der lotrechten Reibung in den Raum AB'c' eindringen, dessen Teilchen auf AB' heben und nach oben treiben, wobei schon eine bleibende Senkung der Schwellen eintreten mufs. Erst bei weiterer Drucksteigerung durch Zunahme von q wird sich dieses Auftreiben nach oben bis Bc fortpflanzen und zum Aufquellen der Bettung führen. Da nun hier dieser bei geringem Anwachsen eine bleibende Senkung verursachende Grenzdruck vornehmlich Beachtung verdient, so mufs die Reibung längs BB' und cc' als erst in späterem Zustande mitwirkend unberücksichtigt gelassen werden.

Vorläufig wird angenommen, dafs der Reibungswinkel ϱ' in allen Teilen der Fläche AB (Textabb. 24) derselbe sei.

Abb. 24.

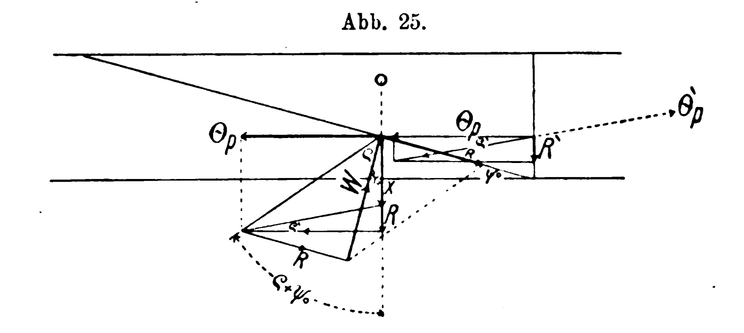


Das Gewicht kg der Raumeinheit des unterstopften Schotterbettes wird durch die elastische Einsenkung der Schwelle auf G erhöht. Die nach der Senkung s unter der Schwelle verbleibende Tiefe der Bettung sei $h = H - d - s$ (Textabb. 24), wo H die ursprüngliche Tiefe der unbelasteten Bettung ist, deren Widerstand das Gleichgewicht herstellt.

Nach dem Satze vom Druckkörper ist der von der belasteten Schwelle auf AB ausgeübte Druck grade so grofs, wie er bei Ausdehnung derselben Bettungspannung bis J wäre. Bei Bestimmung des ganzen Druckes Θ_a auf AB mufs gemäfs Gl. 1) (Textabb. 5) das Gewicht des ganzen, belasteten Absturzkörpers $ABC = X$ in Betracht gezogen werden, wobei nur zu berücksichtigen ist, dafs Θ_a sich in der Mittelgrenze

AB mit der lotrechten Reibung $R' = \Theta_a \cdot \text{tg}\,\varrho'$ zu einem schiefen Drucke $\Theta_a' = \Theta_a \sec \cdot \varrho'$ zusammensetzt, welcher, da er nicht rechtwinkelig zur Kraftrichtung X steht, das Gewicht X des belasteten Absturzkörpers, die Mittelkraft, aus X' und Q um $R = \Theta_a \,\text{tg}\,\varrho' = \Theta_a' \cdot \sin \varrho'$ vermindern mufs. Demnach ergibt sich das in Textabb. 24, gemäfs Textabb. 3, gezeichnete Kraftеck. Das Krafteck für den voll beanspruchten Widerstandsdruck mit lotrechter Reibung zeigt Textabb. 25;

Abb. 25.



man braucht nur alle Reibungsgröfsen in entgegengesetzter Richtung aufzutragen. Hierbei wird das Gewicht X des Abschubkörpers ABD um den Betrag R' der lotrechten Reibung vermehrt.

Man erhält nach Gl. 1):

$$\Theta_a = [X - \Theta_a \,\text{tg}\,\varrho']\,\text{tg}\,(\varphi - \varrho) \text{ oder } \Theta_a = \frac{X\,\text{tg}\,(\varphi - \varrho)}{1 + \text{tg}\,\varrho'\,\text{tg}\,(\varphi - \varrho)}$$

$$X = x' + q \cdot BC = \frac{1}{2} G \frac{h^2}{\text{tg}\,\varphi} + q \frac{h}{\text{tg}\,\varphi}, \text{ mithin}$$

$$\text{Gl. 8)} \quad \Theta_a = \left(\frac{1}{2} G h^2 + q h\right) \cdot \frac{\text{tg}\,(\varphi - \varrho)}{\text{tg}\,\varphi\,[1 + \text{tg}\,\varrho'\,\text{tg}\,(\varphi - \varrho)]}$$

Der nur von Winkelgröfsen abhängende Wert wird nach der Umformung $f(\text{tg}\,\varphi) = \dfrac{1}{\text{tg}\,\varphi\left[\dfrac{1}{\text{tg}\,(\varphi - \varrho)} + \text{tg}\,\varrho'\right]}$ für $\varphi = \varrho$ und für $\varphi = 90^0$ gleich Null; da er zwischen diesen Grenzen $90^0 > \varphi > \varrho$ positiv bleibt, so mufs es einen Wert φ_0 geben, der $f(\text{tg}\,\varphi)$ und damit auch Θ_a zu einem gröfsten Werte macht. Werden $\text{tg}\,\varphi = x$, $\text{tg}\,\varrho = a$ und $\text{tg}\,\varrho' = a'$ gesetzt, so wird $f(\text{tg}\,\varphi) = \dfrac{x - a}{x\,[1 + (a + a')\,x - a\,a']}$ und der gröfste Wert folgt aus: $\dfrac{d\,f(\text{tg}\,\varphi)}{d\,x}$

$$= \frac{x\,[1 + (a + a')\,x - a\,a'] - (x - a)\,[1 + (a + a')\,x - a\,a' + (a + a')\,x]}{\{x\,[1 + (a + a')\,x - a\,a']\}^2} = 0.$$

Der Nenner kann zwischen den Grenzen nicht $= \infty$ werden, also mufs $-(a + a')\,x^2 + a + 2\,a\,(a + a')\,x - a^2\,a' = 0$ oder $x = a \pm \sqrt{\dfrac{a\,(1 + a^2)}{a + a'}} = \text{tg}\,\varphi_0$ sein; da $\varphi_0 > \varrho$ oder $\text{tg}\,\varphi_0 > a$ sein mufs, so ist mit den + Zeichen zu rechnen. Demnach wird der Bruchwinkel für den Angriffs-Druck $\text{tg}\,\varphi_0 = \sqrt{\dfrac{a\,(1 + a^2)}{a + a'}} + a$ und der des Widerstands-Druckes durch Änderung des Zeichens von a und a', $\text{tg}\,\psi_0 = \sqrt{\dfrac{a\,(1 + a^2)}{a + a'}} - a$.

Durch Einsetzen von x in $f(\text{tg}\,\varphi)$ erhält man die Druckziffer für den Angriffs-Druck mit lotrechter Reibung

$$\text{Gl. 5a)} \quad \mu_x = \frac{\sqrt{a\,(1 + a^2)}}{[\sqrt{a\,(1 + a^2)} + a\sqrt{a + a'}]\,[1 + \sqrt{a\,(1 + a^2)\,(a + a')} + a\,(a + a') - a\,a']}$$

$$\mu_x = \frac{1}{[\sqrt{1 + a^2} + \sqrt{a\,(a + a')}]^2}$$

und durch Änderung des Vorzeichens der Reibungsgröfsen a und a' für den Widerstands-Druck mit lotrechter Reibung

$$\text{Gl. 6a)} \ldots \nu_x = \frac{1}{[\sqrt{1 + a^2} - \sqrt{a\,(a + a')}]^2}.$$

Setzt man in μ_x und ν_x die lotrechte Reibung, also $a' = o$, so gehen diese Ausdrücke wieder in m und n [Gl. 5) und 6)] über.

Für $a' = a$ wird $\mu_0 = \dfrac{1}{[\sqrt{1 + a^2} + a\sqrt{2}]^2}$ und $\nu_0 = \dfrac{1}{[\sqrt{1 + a^2} - a\sqrt{2}]^2}$, der Vergleich mit den Werten m_0 und n_0 aus Gl. 5) und 6) zeigt, dafs $\mu_0 < m_0$ und $\nu_0 > n_0$ ist. Die Werte für verschiedene ϱ enthält Zusammenstellung II, deren Berechnung erfolgt nach $\mu_0 = \left(\dfrac{1}{\dfrac{1}{\cos\varrho} + \sqrt{2}\,\text{tg}\,\varrho}\right)^2$

$$= \left(\frac{\cos\varrho}{1 + \sqrt{2}\sin\varrho}\right)^2, \quad \nu_0 = \left(\frac{1}{\dfrac{1}{\cos\varrho} - \sqrt{2}\,\text{tg}\,\varrho}\right)^2$$

$$= \left(\frac{\cos\varrho}{1 - \sqrt{2}\sin\varrho}\right)^2, \quad M_0 = \frac{\nu_0}{\mu_0} = \left(\frac{1 + \sqrt{2}\sin\varrho}{1 - \sqrt{2}\sin\varrho}\right)^2.$$

Zusammenstellung II.

$\varrho =$	38^0	40^0	42^0
φ_0	$59^0\,12'\,59''$	$60^0\,25'\,32''$	$61^0\,37'\,54''$
ψ_0	$6^0\,3'\,12''$	$4^0\,47'\,58''$	$2^0\,55'\,31''$
μ_0	0,1774462	0.1610194	0,1457909
ν_0	37,12883	70,92455	191.4667
$M_0 = \dfrac{\nu_0}{\mu_0}$	209,2399	440,4719	1313,297
$g\,M_0 =$	0,3243	0,6827	2,0356
$z_{I} = d\,g\,M_0$ für $d = 15$ cm	4,8648	10,2409	30,5341
$z_{II} = d\,g\,M$ für $d = 5$ cm	1,6216	3,4136	10,1780

In Textabb. 26 wird der Druck auf BC unter der Voraussetzung, dafs längs dieser Fläche überall die ganze lotrechte Reibung $a' = a$ wirkt nach Gl. 8): $\Theta_a = \left(\frac{1}{2} G\,x^2 + q\,x\right)\mu_0$, und für das folgende dx ist der Einzeldruck ϑ_x auf den Flächenteil $d\,x \cdot 1$ in der Tiefe x: $d\,\Theta_a = \vartheta_x \cdot d\,x = [G\,x + q]\,\mu_0 \cdot d\,x$, woraus $\vartheta_x = [G\,x + q] \cdot \mu_0$ folgt.

Für $x = 0$ wird der Druck in der gefährlichen Wagerechten $\vartheta_0 = q\,\mu_0$, für $x = h$ in der Tiefe $h \ldots \vartheta_h = (G\,h + q)\,\mu_0$. Daraus ergibt sich $\dfrac{\vartheta_0}{\vartheta_h} = \dfrac{q}{G\,h + q} = \dfrac{\lambda}{\lambda + h}$, weil $\lambda = \dfrac{q}{G}$. Auch hier kann also der Druck auf bekannte Weise durch den Kraftkörper mit dem obern Winkel $\text{tg}\,\alpha = G\,\mu_0$ dargestellt werden.

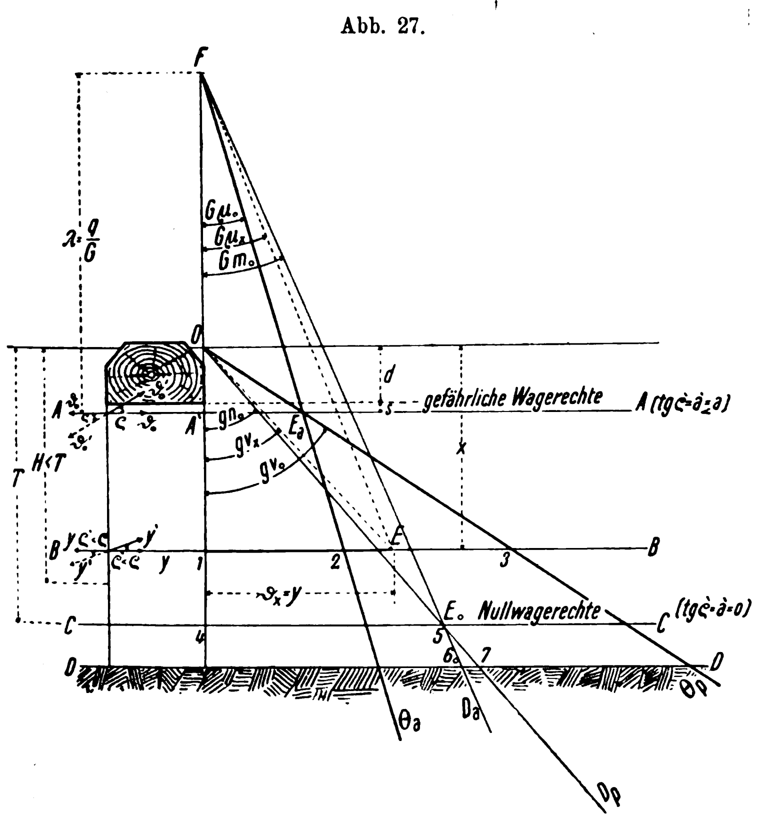
Den vollen Widerstands-Druck auf die Fläche $AB' = H$ findet man unter der vorläufigen Annahme, dafs auch der ganze Widerstand mit $a' = a$ aufgezehrt wird, aus Gl. 4).

Abb. 26.

$\Theta_p = \frac{1}{2} g H^2 . \nu_0$; man kann also auch diesen Widerstand durch den Widerstandskörper mit dem Scheitelwinkel $\operatorname{tg} \alpha' = g \nu_0$ anschaulich machen.

In Textabb. 27 sind die Kraftkörper für Θ_a und D_a und

Abb. 27.



die Widerstandskörper für Θ_p und D_p auf derselben Seite der Mittelgrenze gezeichnet.

In der gefährlichen Wagerechten A sei $\vartheta_0 = q \mu_0$ gleich dem vollen möglichen Widerstande, dann mufs in diesem höchsten Teilchen der volle Reibungsbetrag zur Wirkung kommen; ϑ_0 schliefst mit dem schiefen Drucke ϑ_0' den Reibungswinkel ϱ ein.

In der Wagerechten B ist ϑ_a durch $1-2$ dargestellt, wenn auch hier die ganze lotrechte Reibung in Anspruch genommen würde. Dies ist jedoch nicht möglich, weil bei Aufzehrung der ganzen lotrechten Reibung der Widerstands-Druck $1-3$ gröfser würde, als die Kraft $\vartheta_a = 1-2$. ϑ_a mufs also eine solche Gröfse y erhalten, dafs der hervorgerufene Widerstand gleich y wird und in derselben Geraden entgegengesetzt wirkt. Das ist nur möglich, wenn die hier auftretende lotrechte Reibung $\varrho' < \varrho$ wird. Wird aber die lotrechte Reibung kleiner als ϱ, dann dreht sich die Linie Θ_a je nach der Tiefenlage der betrachteten Wagerechten allmählig gegen D_a, das heifst der Angriffs-Druck wird gröfser, und die Linie Θ_p bewegt sich gegen D_p, der Widerstands-Druck wird kleiner. Da, wo diese beiden sich um O und F drehenden Linien schneiden, etwa in der Wagerechten B, ist der Punkt E, dessen Entfernung $y = 1\,E$ von der Mittelgrenze die Gröfse der hier wirkenden Einzelkraft und ihres Widerstandes angibt. Wenn man für jede Wagerechte diesen Punkt E aufsucht und alle so erhaltenen Punkte verbindet, so erhält man eine Linie, deren Bestimmung der nächste Abschnittt enthält.

In C erreicht man die wichtige Wagerechte, in der keine lotrechte Reibung mehr beansprucht wird, weil in ihr schon der volle Angriffs-Einzeldruck $4-5$ ohne lotrechte Reibung durch den vollen Widerstands-Druck ohne lotrechte Reibung aufgehoben wird. In noch tieferen Wagerechten, etwa in D, ist stets ein Überschufs $6-7$ nicht ausgenutzten Widerstands-Druckes ohne lotrechte Reibung vorhanden. Diese bemerkenswerte Wagerechte C in der Tiefe T, in der die lotrechte Reibung mit ($\operatorname{tg} \varrho' = a' = 0$) verschwindet, heifst Nullwagerechte. Ihre Bedeutung wird bei der Behandlung der Schwellensenkung klar werden.

VI. Die Gestalt der E-Linie.

Bei Vergleichung des Kraftkörpers mit dem entsprechenden Widerstandskörper ohne lotrechte Reibung (Textabb. 21) wurde bereits betont, dafs der Widerstands-Druck nur bis zur Gröfse des herrschenden Angriffs-Druckes auftreten kann; unter der gefährlichen Wagerechten wird also ein beträchtlicher Teil des Widerstandes nicht ausgenutzt.

Ähnliches findet auch bei Inanspruchnahme der lotrechten Reibung statt, nur werden sich hier Kraft und Widerstand nach Abschnitt V in der Linie E ausgleichen. Somit mufs die Einzelkraft $\vartheta_x = y$ von den beiden Veränderlichen x und a' (Textabb. 27) abhängen.

Aus $= 0\,1\,E$ (Textabb. 27) folgt:

Gl. 9) . . . . $y = x . g \nu_x$ und aus $\triangle$ F 1 E.

Gl. 10) . . . $y = (x - d - s + \lambda)\, G \mu_x$, somit

Gl. 11) $x . g \nu_x = \{[x - (d + s)]\, G + q\} \mu_x$, weil $\lambda = \frac{q}{G}$ ist.

Ein Schotterkörper, dessen Querschnitt 1 qcm und dessen Höhe T — d ist, hat nach dem Unterstopfen ein Gewicht von kg (T — d). Dieses Bettungsäulchen wird durch die elastische Einsenkung um s^{cm} verkürzt, dadurch geht das Gewicht seiner Raumeinheit in G und seine Höhe in T — d — s über. Mithin ist $kg(T-d) = (T-d-s)\,G$, also $G = \frac{kg(T-d)}{T-d-s}$ und diese Gröfse ist für irgend eine vorhandene Bettungstiefe T oder H unveränderlich, so lange der Eingriff d der Schwellen und die die Einsenkung s hervorrufende Bettungspannung unverändert bleiben.

Werden in Gl. 11) die Unveränderlichen von den Veränderlichen gesondert und erstere zur Vereinfachung $= L$, also $L = q - (d + s)\,G$, gesetzt, so folgt:

Gl. 11a) . . . . . $x \,.\, g\,\nu_x = (G\,.\,x + L)\,\mu_x$.

Nach Gl. 5a) und 6a) ist: $\nu_x = \frac{1}{[\sqrt{1+a^2} - \sqrt{a(a+a')}]^2}$ und $\mu_x = \frac{1}{[\sqrt{1+a^2} + \sqrt{a(a+a')}]^2}$.

Zur Vereinfachung der weitern Rechnung werde $\sqrt{1+a^2} = \omega$ und $\sqrt{a(a+a')} = \zeta$ gesetzt, sodafs sich ζ mit a' ändert, dann ist: $\nu_x = \frac{1}{(\omega-\zeta)^2}$ und $\mu_x = \frac{1}{(\omega+\zeta)^2}$, also nach Gl. 11a: $\frac{g\,x}{(\omega-\zeta)^2} = \frac{G\,x + L}{(\omega+\zeta)^2}$, somit $\frac{\omega+\zeta}{\omega-\zeta} = \sqrt{\frac{G\,x+L}{g\,x}}$. Wird die Wurzelgröfse $= z$ gesetzt, so ist weiter $\omega + \zeta = \omega z - \zeta z$, oder

Gl. 12) . . $\zeta = \omega\frac{z-1}{z+1} = \omega\,\frac{\sqrt{G\,x+L} - \sqrt{g\,x}}{\sqrt{G\,x+L} + \sqrt{g\,x}}$.

In der gefährlichen Wagerechten mit $a' = a$ mufs nun $\zeta = \sqrt{a(a+a')}$ in $\zeta_a = a\sqrt{2}$, und in der Nullwagerechten für $a' = 0$ in $\zeta_0 = a$ übergehen:

1) Bei voller Ausnutzung der lotrechten Reibung in der gefährlichen Wagerechten erhält man (Textabb. 27) den Grenzwert $q_2 = A'E_a$ ebenso wie q_1 in Abschnitt V aus $q_2\,\mu = (d+s)\,g\,\nu$, wobei für $a' = a$, $\mu = \mu_x = \frac{1}{[\sqrt{1+a^2} + a\sqrt{2}]^2}$ und $\nu = \nu_x = \frac{1}{[\sqrt{1+a^2} - a\sqrt{2}]^2}$ ist. In der gefährlichen Wagerechten wird $x = d + s$, somit

$$\zeta_a = \omega\,\frac{\sqrt{G\,(d+s) + q_2 - G\,(d+s)} - \sqrt{g\,(d+s)}}{\sqrt{G\,(d+s) + q_2 - G\,(d+s)} + \sqrt{g\,(d+s)}}$$

$= \omega\,\frac{\sqrt{q_2} - \sqrt{g\,(d+s)}}{\sqrt{q_2} + \sqrt{g\,(d+s)}}$; nun ist $q_2 = (d+s)\,g\,\frac{\nu}{\mu}$, wird $\frac{\nu}{\mu} = M$ gesetzt, $q_2 = (d+s)\,g\,M$, damit wird: $\zeta_a = \omega\,\frac{\sqrt{M}-1}{\sqrt{M}+1}$

und $M = \frac{\nu}{\mu} = \left(\frac{\sqrt{1+a^2} + a\sqrt{2}}{\sqrt{1+a^2} - a\sqrt{2}}\right)^2$: $\zeta_a = \omega\,\frac{2\,a\sqrt{2}}{2\sqrt{1+a^2}}$ $= a\sqrt{2}$, was bewiesen werden sollte.

2) Für die Nullwagerechte ist $x = T$ zu setzen; somit wird

$$\zeta_0 = \omega\,\frac{\sqrt{G\,T + q_2 - (d+s)\,G} - \sqrt{g\,T}}{\sqrt{G\,T + q_2 - (d+s)\,G} + \sqrt{g\,T}}$$

$= \frac{\sqrt{(T-d-s)\,G + q_2} - \sqrt{g\,T}}{\sqrt{(T-d-s)\,G + q_2} + \sqrt{g\,T}}$, $(T-d-s)\,G$ war $= k\,g\,(T-d)$ und aus der Auflösung der Druckgröfse $4\,E_0$ in der Nullwagerechten (Textabb. 27) aus den beiden Dreiecken $4\,E_0\,O$ und $4\,E_0\,F$ folgt $T\,g\,n = (T-d-s+\lambda)\,G\,m$ $= [(T-d-s)\,G + q_2]\,m$ oder für $\frac{n}{m} = \mathfrak{M}$.

$(T-d-s)\,G + q_2 = T\,g\,\mathfrak{M}$; damit wird

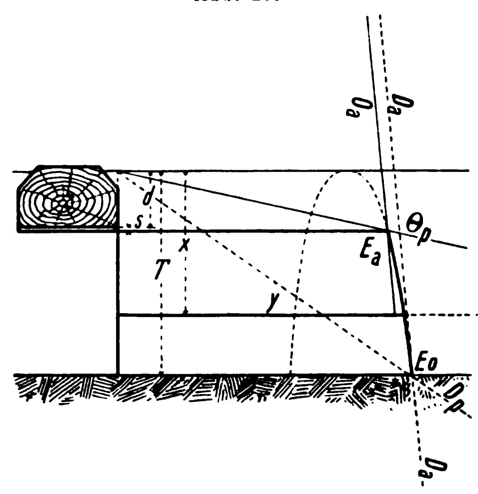
$\zeta_0 = \omega\,\frac{\sqrt{g\,T\,\mathfrak{M}} - \sqrt{g\,T}}{\sqrt{g\,T\,\mathfrak{M}} + \sqrt{g\,T}} = \omega\,\frac{\sqrt{\mathfrak{M}}-1}{\sqrt{\mathfrak{M}}+1}$; hierin ist $\mathfrak{M} = \frac{n}{m}$ $= \frac{\nu_x \text{ für } a' = 0}{\mu_x \text{ für } a' = 0}$ also $\mathfrak{M} = \left(\frac{\sqrt{1+a^2}+a}{\sqrt{1+a^2}-a}\right)^2$ und man erhält schliefslich:

$$\zeta_0 = \omega\,\frac{\sqrt{1+a^2}+a - \sqrt{1+a^2}+a}{\sqrt{1+a^2}+a + \sqrt{1+a^2}-a} = \omega\,\frac{2\,a}{2\sqrt{1+a^2}}$$

$= \omega\,\frac{a}{\omega} = a$, was bewiesen werden sollte.

Der Ausdruck für ζ enthält also schon die Bedingungen, dafs die zu suchende Linie durch die Punkte E_a und E_0 (Textabb. 27 und 28) geht. Für eine andere Tiefe H des

Abb. 28.



Schotterbettes statt T ist diese einzuführen und wenn in der gefährlichen Wagerechten der Grenzwert q_2 nicht auftreten sollte, sondern etwa $q < q_2$, sind statt μ und ν, für $a' = a$, die Werte μ_a' und ν_a', für $a' < a$, als Ausgangswerte der Linie der E zu benutzen. Ist dabei die Bettungstiefe $H < T$, so sind für den Endwert nicht m und n, sondern μ_H und ν_H einzuführen, in welchen a' noch nicht $= 0$ werden kann.

In diesem Falle ändern sich die unveränderlichen Bestimmungsgröfsen der Linie nur wenig, sie können durch entsprechende Einsetzung der geänderten Werte leicht erhalten werden.

Um nun y als F (x) zu erhalten, braucht man nur ζ aus Gl. 12) in eine der Gl. 9) oder 10) einzusetzen; etwa in die einfachere Gl. 9): $y = g\,x\,.\,\nu_x = g\,x\,.\,\frac{1}{(\omega-\zeta)^2}$, nach Gl. 12)

$\omega - \zeta = \frac{2\,\omega\sqrt{g\,x}}{\sqrt{G\,x+L} + \sqrt{g\,x}}$, $y = \frac{g\,x\,[\sqrt{G\,x+L} + \sqrt{g\,x}]^2}{4\,\omega^2\,g\,x}$

$= \frac{1}{4\,\omega^2}\left(\sqrt{G\,x+L} + \sqrt{g\,x}\right)^2$ oder $4\,\omega^2\,y = G\,x + L + g\,x$ $+ 2\sqrt{(G\,x+L)\,g\,x} = (G+g)\,x + L + 2\sqrt{G\,g\,x^2 + L\,g\,x}$,

sohin $[4\,\omega^2 y - (G + g)\,x - L]^2 = 4\,(G g x^2 + L g x)$ und durch Entwickelung und Ordnung der Veränderlichen:

Gl. 13) . . . . . $(G - g)^2 x^2 + 16\,\omega^4 y^2 - 8\,\omega^2 (G + g)\,x y + 2\,L\,(G - g)\,x - 8\,\omega^2 L\,y + L^2 = 0.$

Das ist die Gleichung eines Kegelschnittes von der allgemeinen Form:

Gl. I) . . $A x^2 + A' y^2 + 2 B x y + 2 C x + 2 D y + F = 0$

in der $A = (G - g)^2$, $A' = 16\,\omega^4$, $B = -4\,\omega^2 (G + g)$, $C = L\,(G - g)$, $D = -4\,\omega^2 L$, $F = L^2$ ist. Da der kennzeichnende Ausdruck $B^2 - A A' = 16\,\omega^4 (G + g)^2 - 16\,\omega^4 (G - g)^2 = 64\,\omega^4 G g$ positiv ist, so stellt Gl. 13) eine Hyperbel dar (Textabb. 28). Der Anfang wird durch $x = x_1 + \xi$ und $y = y_1 + \eta$, um ξ und η von O nach O_1 verlegt. Die auf den Ursprung O_1 bezogene Gleichung I lautet:

$$\text{Gl. II)}\quad \left.\begin{array}{l} A x_1^2 + A' y_1^2 + 2 B x_1 y_1 + 2\,(A \xi + B \eta + C)\,x_1 \\ \quad + 2\,(A' \eta + B \xi + D)\,y_1 + (A \xi^2 + A' \eta^2 \\ \quad + 2 B \xi \eta + 2 C \xi + 2 D \eta) + F \end{array}\right\} = 0.$$

Die Verschiebungen ξ und η werden nun so gewählt, dafs die Glieder mit den ersten Potenzen der Veränderlichen x_1 und y_1 verschwinden, O_1 ist dann der Mittelpunkt der Hyperbel und ihre auf diesen bezogene Gleichung:

Gl. III) . . $A x_1^2 + A' y_1^2 + 2 B x_1 y_1 + F' = 0.$

Die Lage des Mittelpunktes erhält man aus Gl. II), wenn

$$\left.\begin{array}{l} A \xi + B \eta + C = 0 \\ A' \eta + B \xi + D = 0 \end{array}\right\} \text{ gesetzt wird, woraus}$$

$$\text{Gl. IV)}\ .\ .\ \left\{\begin{array}{l} \xi = \dfrac{A' C - B D}{B^2 - A A'} = -\dfrac{L}{2\,G} \\[2ex] \eta = \dfrac{A D - B C}{B^2 - A A'} = +\dfrac{L\,(G - g)}{8\,\omega^2 G} \end{array}\right\} \text{ folgt.}$$

Für die Lage von O_1 ist zu beachten, dafs ξ negativ wird.

Nach Gl. III) ist:

$$F' = (A \xi^2 + A' \eta^2 + 2 B \xi \eta + 2 C \xi + 2 D \eta) + F;$$

wird die Klammergröfse mit Bezug auf die Gl. IV) umgeformt, so ergibt sich: $F' = [(A \xi + B \eta + C)\,\xi + (A' \eta + B \xi + D)\,\eta + C \xi + D \eta] + F = C \xi + D \eta + F.$ Die Mittelpunktsgleichung III enthält noch ein Glied mit $x y$; um die auf die Hauptachsen der Hyperbel bezogene Mittelpunktsgleichung zu erhalten, mufs das Gl. III) entsprechende Achsenkreuz noch um einen Winkel γ so gedreht werden, dafs das Glied mit $x y$ wegfällt. Dabei wird $x_1 = X \cos\gamma - Y \sin\gamma$, $y_1 = X \sin\gamma + Y \cos\gamma$ und damit Gl. III):

$$\text{Gl. V)}\ .\ .\ .\ \left.\begin{array}{l} (A \cos^2\gamma + A' \sin^2\gamma + 2 B \sin\gamma\cos\gamma)\,X^2 \\ \quad + (A \sin^2\gamma + A' \cos^2\gamma - 2 B \sin\gamma\cos\gamma)\,Y^2 \\ \quad + 2\,[\sin\gamma\cos\gamma\,(A' - A) + B\,(\cos^2\gamma - \sin^2\gamma)]\,X Y \\ \quad + C \xi + D \eta + F \end{array}\right\} = 0.$$

Es mufs danach $2 \sin\gamma\cos\gamma\,(A' - A) + 2 B\,(\cos^2\gamma - \sin^2\gamma) = 0$, oder $\sin 2\gamma\,(A' - A) = -2 B \cos 2\gamma$, oder $\operatorname{tg} 2\gamma = -\dfrac{2 B}{A' - A} = +\dfrac{8\,\omega^2 (G + g)}{16\,\omega^4 - (G - g)^2}$ sein.

Da γ positiv wird, folgt die Richtigkeit des Sinnes der angenommenen Drehung.

In Gl. V) wird:

$$C \xi + D \eta + F = -\frac{L^2 (G - g)}{2\,G} - \frac{4\,w^2 L^2 (G - g)}{8\,w^2 G} + L^2 = \frac{L^2 g}{G}$$

und somit Gl. V):

$$(A \cos^2\gamma + A' \sin^2\gamma + 2 B \sin\gamma\cos\gamma)\,X^2 + (A \sin^2\gamma + A' \cos^2\gamma - 2 B \sin\gamma\cos\gamma)\,Y^2 + \frac{L^2 g}{G} = 0;$$

durch Vergleich mit der Hyperbelgleichung $\beta^2 X^2 - \alpha^2 Y^2 - \alpha^2 \beta^2 = 0$ folgt, dafs zur Bestimmung der beiden Hauptachsen α und β drei Gleichungen, also eine zuviel, bestehen. Daher mufs Gl. V) noch mit einem Werte K multipliziert werden, wodurch sich drei Gleichungen mit den drei Unbekannten α, β und K ergeben:

$$\text{Gl. VI)}\ \left\{\begin{array}{l} -(A \cos^2\gamma + A' \sin^2\gamma + 2 B \sin\gamma\cos\gamma)\,K = \beta^2, \\ +(A \sin^2\gamma + A' \cos^2\gamma - 2 B \sin\gamma\cos\gamma)\,K = +\alpha^2, \\ \qquad + \dfrac{L^2 g}{G}\,K = +\alpha^2 \beta^2. \end{array}\right.$$

Hieraus wird $\alpha^2 - \beta^2 = K\,(A + A')$ und

$$\alpha^2 + \beta^2 = K\,[-A\,(\cos^2\gamma - \sin^2\gamma) + A'\,(\cos^2\gamma - \sin^2\gamma) - 4 B \sin\gamma\cos\gamma] = K\,[(A' - A)\cos 2\gamma - 2 B \sin 2\gamma] = K \cos 2\gamma\,[(A' - A) - 2 B \operatorname{tg} 2\gamma]$$

und da $\cos 2\gamma = \dfrac{1}{\sec . 2\gamma} = \dfrac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 2\gamma}}$ und, wie vorher gefunden, $\operatorname{tg} 2\gamma = \dfrac{-2 B}{A' - A}$ ist, so wird

$$\alpha^2 + \beta^2 = \frac{K\,(A' - A)}{\sqrt{(A' - A)^2 + 4 B^2}} \left[\frac{(A' - A)^2 + 4 B^2}{(A' - A)}\right] = K \sqrt{(A' - A)^2 + 4 B^2}.$$

Die drei Gleichungen VI), in denen vorläufig $\dfrac{L^2 g}{G} = F'$ gesetzt wird geben somit die drei Beziehungen:

a) $\alpha^2 - \beta^2 = K\,(A + A')$,

b) $\alpha^2 + \beta^2 = K \sqrt{(A' - A)^2 + 4 B^2}$,

c) $\alpha^2 \beta^2 = K F'$.

Wird K aus c) in a) + b) eingesetzt, so folgt:

$$2\,\alpha^2 = \frac{\alpha^2 \beta^2}{F'} \left[(A' + A) + \sqrt{(A' - A)^2 + 4 B^2}\right]$$

und ebenso aus b) — a):

$$2\,\beta^2 = \frac{\alpha^2 \beta^2}{F'} \left[\sqrt{(A' - A)^2 + 4 B^2} - (A' + A)\right]; \text{ somit wird}$$

$$\beta^2 = \frac{2\,F'}{\sqrt{(A' - A)^2 + 4 B^2} + (A' + A)},$$

$$\alpha^2 = \frac{2\,F'}{\sqrt{(A' - A)^2 + 4 B^2} - (A' + A)}$$

und wenn die Werte aus Gl. I) eingesetzt werden:

$$\alpha = \sqrt{\frac{2\,L^2 g}{G \left\{\sqrt{[16\,w^4 - (G - g)^2]^2 + 64\,w^4 (G + g)^2} - [16\,w^4 + (G - g)^2]\right\}}}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{2\,L^2 g}{G \left\{\sqrt{[16\,w^4 - (G - g)^2]^2 + 64\,w^4 (G + g)^2} + [16\,w^4 + (G - g)^2]\right\}}}$$

Die Achse α wird bedeutend gröfser als β und da der Winkel γ sehr klein wird, $\gamma = 0^0\,1'\,39{,}1''$ *), so kann die x-Achse der Hyperbel lotrecht angenommen werden.

*) Dieser Wert von γ wurde wie folgt berechnet: $\operatorname{tg} 2\gamma = \dfrac{8\,\omega^2 (G + g)}{16\,\omega^4 - (G - g)^2}$, wobei $\omega^2 = 1 + a^2 = 1 + \operatorname{tg}^2 \varrho = 1 + \operatorname{tg}^2 40^0 = 1{,}7040880$, $a = 0{,}8390996$; $G = 0{,}0017257$ erhält man aus $k g\,(H - d) = (H - d - s)\,G$ für $H = 40$ cm, $d = 15$ cm, $s = 0{,}3$ cm, $g = 0.00155$ und $k = 1{,}1$; wenn man die sehr kleine Gröfse $(G - g)^2$ vernachlässigt, so wird $\operatorname{tg} 2\gamma = \dfrac{G + g}{2\,w^2} = \dfrac{0.0032757}{3{,}408176} = 0{,}000961130$ und $\log 0{,}000961130 = 6{,}9827821 - 10$, woraus $2\gamma = 0^0\,3'\,18{,}2''$ und $\gamma = 0^0\,1'\,39{,}1''$ folgt.

Aus Gl. I) folgt

$$y = -\frac{Bx + D}{A'} \pm \sqrt{\frac{(Bx + D)^2 - A'(Ax^2 + 2Cx + F)}{A'^2}}$$

oder, weil $D^2 - A'F = 0$ ist,

$$y = \frac{1}{A'}\left[-Bx - D \pm \sqrt{(B^2 - AA')x^2 + 2(BD - A'C)x}\right]$$

und wenn die Werte eingesetzt und vereinfacht werden:

$$\text{Gl. VII)} \quad y = \frac{1}{4\omega^2}[(G + g)x + L \pm 2\sqrt{Ggx^2 + gLx}];$$

soll nun y für ein positives x zu Null werden, so müfste

$$[(G + g)x + L]^2 = 4Ggx^2 + 4gLx \text{ oder}$$

$(G - g)^2 x^2 + 2L(G - g)x = -L^2$ werden, was unmöglich ist. Daher bestehen für jedes positive x zwei positive Werte von y, und es mufs festgestellt werden, welcher Ast der Hyperbel den Bedingungen der Aufgabe entspricht. Geht man von einem bekannten Werte von y, etwa vom Werte in der gefährlichen Wagerechten $(d + s)g\nu = q\mu = y_a$ aus, so mufs y mit $x = d + s$ denselben Wert $q\mu$ ergeben:

$y = \frac{1}{4\omega^2}[(G + g)x + L \pm 2\sqrt{Ggx^2 + gLx}]$, wobei $L = q - (d+s)G$, $\frac{\nu}{\mu} = M$ und $(d+s)g = \frac{q}{M}$, somit $y_a = \frac{1}{4\omega^2}[(G + g)(d+s) + q - (d+s)G \pm 2\sqrt{Gg(d+s)^2 + g[q - (d+s)G](d+s)}$

$$= \frac{1}{4\omega^2}\left[\frac{q}{M} + q \pm 2\sqrt{\frac{q^2}{M}}\right] = \frac{q}{4\omega^2}\left[\frac{1+M}{M} \pm 2\sqrt{\frac{1}{M}}\right]$$

$$= \frac{q}{4\omega^2}\left[\frac{(\sqrt{1+a^2} + a\sqrt{2})^2 + (\sqrt{1+a^2} - a\sqrt{2})^2}{(\sqrt{1+a^2} + a\sqrt{2})^2} \pm 2\frac{\sqrt{1+a^2} - a\sqrt{2}}{\sqrt{1+a^2} + a\sqrt{2}}\right] = \frac{2 + 6a^2 \pm 2(1 - a^2)}{(\sqrt{1+a^2} + a\sqrt{2})^2} \cdot \frac{q}{4\omega^2}$$

$= \frac{1 + 3a^2 \pm (1 - a^2)}{(\sqrt{1+a^2} + a\sqrt{2})^2} \cdot \frac{q}{2(1 + a^2)}$. Da nach Gl. 5a) $\mu = \frac{1}{(\sqrt{1+a^2} + a\sqrt{2})^2}$ und $\omega^2 = \sqrt{(1 + a^2)^2} = 1 + a^2$ ist, so wird $y = \frac{1 + 3a^2 + (1 - a^2)}{2(1 + a^2)} q\mu = q\mu$, somit ist für jede Wagerechte das gröfsere y mit der positiven Wurzel zu nehmen. Wenn man in Gl. VII) $x = 0$ setzt, so ergibt sich nur ein einziger Wert von $y_0 = \frac{L}{4\omega^2}$, welcher in der differenzierten Gl. I): $Axdx + A'ydy + Bydx + Bxdy + Cdx + Ddy = 0$, für $x = 0$, $y = y_0 \ldots \frac{dy}{dx} = -\frac{By_0 + C}{A'y_0 + D} = \frac{2Lg}{4\omega^2 L - 4\omega^2 L} = \infty$ gibt; die Hyperbel berührt also stets die Oberfläche der Bettung, welche Werte L und ω auch immer annehmen mögen. Hiermit ist die Lage des Hyperbelastes, der den Kraftkörper bei Inanspruchnahme der lotrechten Reibung begrenzt, vollkommen bestimmt.

Wenn man die Druckkraft in der mittleren Wagerechten einmal nach Gl. VII) berechnet, einmal zwischen den Kräften in der gefährlichen und der Null-Wagerechten geradlinig zwischenrechnet, so wird der Unterschied in der Regel so gering, dafs man ohne merklichen Fehler statt der Hyperbel E, die Gerade $E_a E_o$ benutzen kann. Dies gilt namentlich für Querschwellen, deren Bettungspannung kaum die Gröfse von 2 kg/qcm erreicht und deren Bettungstiefe verhältnismäfsig gering ist. Bei gröfseren Tiefen und Belastungen ist es jedoch angezeigt, die Hyperbel zu zeichnen, weil die Gerade die Werte der Druckgröfsen zu klein angibt. Dies gehört jedoch in das Gebiet der Statik der Stützmauern mit an beliebigen Stellen der Hinterschüttung befindlicher Belastung. Bei den jetzt üblichen Oberbauanordnungen kann stets das Zeichnen dieser sehr flachen Hyperbel, deren kleine Achse β sehr stark von der Achse α verschieden ist, unterbleiben, ein wichtiges Ergebnis der vorgenommenen Festlegung der genauen Linie.

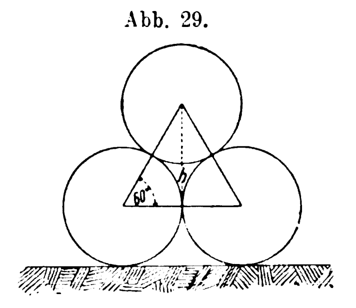
VII. Lagerung der kleinsten Teile der Bettung.

Vor der Besprechung der Schwelleneinsenkung mufs noch einiges über die Lagerung der Schottersteine vorausgeschickt werden.

Ein mit Schotter gefülltes Gefäfs, dessen Eigengewicht T und dessen Rauminhalt V ist, wird abgewogen; sein ganzes Gewicht ist $B = T + gV$. Nun wird so lange Wasser hinzugegossen, bis alle Zwischenräume ausgefüllt erscheinen, dann ist das ganze Gewicht $B_1 = T + gV + W$, und man findet aus $B_1 - B$ Inhalt oder Gewicht des hinzugegossenen Wassers W, das den Rauminhalt der Zwischenräume angibt. Rebhann erhielt aus diesem Versuche das Verhältnis $\frac{W}{V} = 0{,}4$; die Zwischenräume betragen somit bei ungezwungen gelagertem Schotter 40 % vom ganzen Inhalte.

Bei Annahme kugelförmiger Bettungsteilchen würden sich nach Textabb. 29 ebenfalls etwa 40 % Zwischenräume er-

Abb. 29.



geben. Denn, wenn diese Kugeln vom Durchmesser d in ein würfelförmiges Gefäfs von der Seitenlänge n . d in der gezeichneten Lage eingebracht werden, so ist die Kugelanzahl der Grundschicht n^2 und diese Schichte kommt im Würfel so oft vor, wie $h = d \sin 60^0 = \frac{d}{2}\sqrt{3}$ in der Höhe n d enthalten ist; somit enthält der Würfel $\frac{2n^3}{\sqrt{3}}$ Kugeln vom Inhalte $\frac{2n^3}{\sqrt{3}} \cdot \frac{d^3\pi}{6} = \frac{n^3 d^3 \pi}{3\sqrt{3}}$ *), die Zwischenräume betragen also $n^3 d^3 - \frac{n^3 d^3 \pi}{3\sqrt{3}} = n^3 d^3\left(1 - \frac{\pi}{3\sqrt{3}}\right) = 0{,}395\, n^3 d^3$.

Die unregelmäfsigen rundlichen Bettungsteilchen sind zwar keine Kugeln, allein die Übereinstimmung vorstehenden Versuches mit der in Textabb. 29 gemachten Annahme ist so gut, dafs es sich verlohnt, den betretenen Weg weiter zu verfolgen.

*) Hierbei ist angenommen, dafs auch halbe und Viertel-Kugeln zur Verfügung stehen, um den Kasten voll auszusetzen.

Die dichteste Lage der Kugeln, bei der keine weitere Verkeilung durch Belastung oder Stopfen möglich ist, zeigt Textabb. 30 in Auf- und Grundrifs. Dabei ist die Anzahl der Kugeln der Grundschicht = der Kugelanzahl in der Höhe nach Textabb. 29, somit $= \frac{2\,n^2}{\sqrt{3}}$; nun ist $AC = \frac{d}{2 \sin 60^0}$ $= \frac{d}{3}\sqrt{3}$ und $h = \sqrt{d^2 - AC^2} = d\sqrt{\frac{2}{3}}$, also gehen nun $\frac{n\,d}{d\sqrt{\frac{2}{3}}} = n\sqrt{\frac{3}{2}}$ wagerechte Schichten in den Würfel.

Im Würfel sind demnach $n^3\sqrt{2}$ Kugeln vom Inhalte $n^3\sqrt{2}\,\frac{d^3\pi}{6}$ und mit den Zwischenräumen $n^3 d^3\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{6} \cdot \pi\right)$ $= 0{,}26\, n^3 d^3$.

Der Grundrifs in Textabb. 31 stellt eine scheinbar andere Ergebnisse liefernde mehr durch lotrechte Verkeilung der Teilchen infolge der Belastung hervorgerufene Lagerung dar. Die Anzahl der Kugeln der Grundschicht ist n^2; $AC = \frac{d}{2}\sqrt{2}$ und $h = \sqrt{d^2 - \frac{d^2}{2}} = \frac{d}{2}\sqrt{2}$, also kommt die Grundschicht in diesem Würfel $\frac{n\,d}{\frac{d}{2}\sqrt{2}} = n\sqrt{2}$ mal vor, die Kugelanzahl ist $n^3\sqrt{2}$, die Zwischenräume sind dem der Textabb. 30 also gleich, Textabb. 30 und 31 stellen die engste mögliche Lagerung von Kugeln dar.

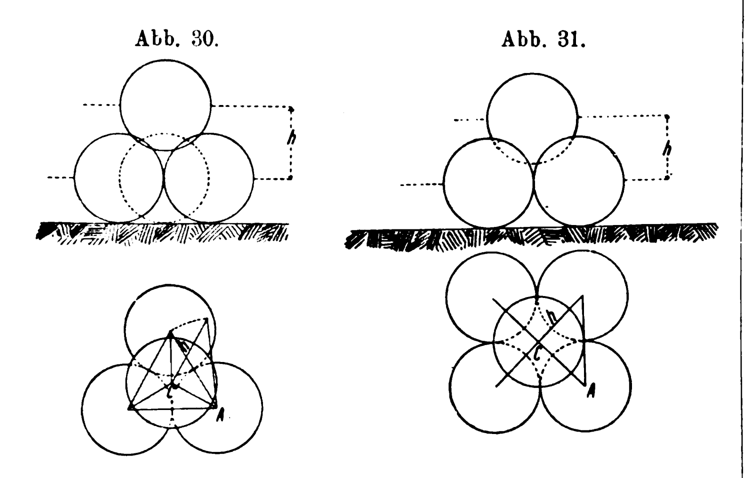


Abb. 30. Abb. 31.

Ungezwungen gelagerter Schotter enthielt 40 % Zwischenraum, wie die Lagerung der Kugeln nach Textabb. 29, diese Lagerung läfst sich durch Verschieben der Kugeln auf Textabb. 30 oder 31 mit dem Bruchwinkel 60° und 26 % Zwischenraum bringen, also ist der Schlufs gerechtfertigt, dafs man ungezwungen gelagerten Schotter durch Stopfen und Belasten um 40 — 26 = 14 % verdichten kann.

Durch die Stopfarbeit, bei der die 4 kg schwere Stopfhaue aus etwa 50 cm Fallhöhe auf kleine Flächen wirkt, wird in Bezug auf die Verdichtung eine stärkere Wirkung erzielt, als durch die Bettungspannung von 1 bis 2 kg/qcm mit höchstens 0,5 cm Arbeitshöhe. Demnach wurde die Stopfziffer $k = 1{,}1$ angenommen.

Dadurch verliert der ursprüngliche Raum schon 10 %, 4 % bleiben für die Einsenkung unter der Belastung. Sind auch diese 4 % aufgezehrt, so kann eine nochmalige Steigerung der Belastung keine weitere sogenannte elastische Einsenkung hervorrufen, da die Teilchen sich in der engst möglichen Lagerung befinden.

Wie das Gesagte zeigt, ist diese Feststellung nur näherungsweise richtig; genaue Werte für verschiedene Bettungsarten kann man nur durch Versuche im Einzelfalle erhalten.

Wenn man das lotrechte Spiel der Schwellen unter den Rädern betrachtet, so kommt man allerdings in Versuchung, diese Einsenkungen als elastische zu bezeichnen. Dennoch können diese Bewegungen nicht als elastisch bezeichnet werden, weil die Elastizität des Gesteines nur eine ganz untergeordnete Rolle spielt. In der Tat würde die blofs von elastischer Zusammendrückung herrührende Einsenkung bei 25 cm unter der Schwelle tiefer Bettung, 1,8 kg/qcm Bettungspannung und der Elastizitätszahl 300000 kg/qcm nur $\frac{25 \cdot 1{,}8}{300000} = 0{,}00015$ cm betragen, also nicht sichtbar sein. Den bisher elastisch genannten Einsenkungen müssen daher andere nicht elastische Vorgänge zu Grunde liegen.

An der Grenzfläche der beiden Mittel müssen die Bettungsteilchen, die durch die Stopfarbeit wagerecht verkeilt werden, ihre kleinsten Achsen mehr oder weniger wagerecht stellen (Textabb. 1).

Wird nun die Belastung so gesteigert, dafs das Gleichgewicht nur mit Hülfe der lotrechten Reibung hergestellt werden kann, so mufs bei dieser, jetzt lotrechten Verkeilung die gegenteilige Bewegung der Steine eintreten. Dabei wird die lotrechte Reibung in den Grenzflächen dem Bestreben der seitlichen Verdrängung und Hebung entgegentreten und so eine Drehung der Steine um diese Berührungsflächen bewirken, um so mehr, als in den Mittelgrenzen jetzt unter dem Winkel ϱ *) geneigte schiefe Drücke und Widerstände vorhanden sind.

Diese Drehung der Steine in den Grenzflächen und im Innern der belasteten Bettung ist die wahre Ursache der Einsenkung, die deshalb Lagerung-Senkung genannt werden soll, während die Bezeichnung »elastische Einsenkung« nur für den Fall beibehalten wird, dafs bereits die engste Lagerung der Schottersteine eingetreten ist.

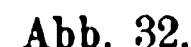
Da aber die lotrechte Reibung nur bis zu einer gewissen Tiefe T (Textabb. 27) zwischen der gefährlichen und der Null-Wagerechten wirken kann, so wird bei noch gröfserer Bettungstiefe auch keine gröfsere Einsenkung eintreten können, als sie bei Vorhandensein der Tiefe T, der »Reibungstiefe«, beträgt. Unterhalb der Null-Wagerechten wirkt eben die lotrechte Reibung nicht mehr, weil die durch die Stopfarbeit bereits wagerecht gestellten Teilchen nur von wagerechten Kräften und Widerständen beeinflufst werden, und keine Veranlassung haben, sich um die Berührungsflächen zu drehen.

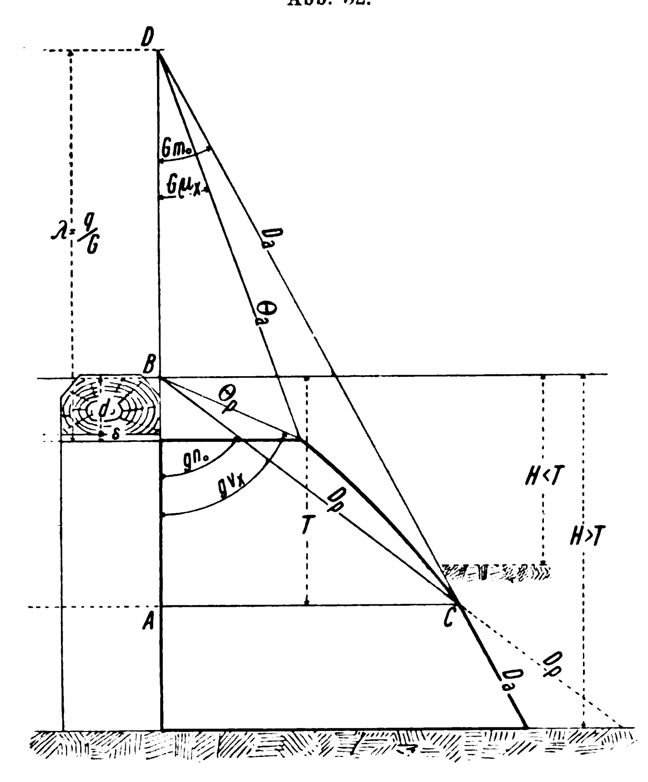
Die Lagerungsenkung wird daher nur innerhalb der Tiefe T — d (Textabb. 27) stattfinden, und zwar werden sich die Verdrehungen von Stein zu Stein fortpflanzen, da ja keine Hohlräume auftreten können. Dabei tritt in den oberen Schich-

*) Abschnitt V, Seite 273.

ten wegen $\varrho'_1 > \varrho'_2$ das Bestreben der Verdrehung stärker auf, wird jedoch durch die Berührung mit den unteren, sich wegen $\varrho'_2 < \varrho'_1$ weniger drehenden Steinen etwas eingeschränkt, während die ϱ'_2 entsprechende Drehung ein wenig vergröſsert wird.

Durch diese Ausgleichung wird sich also eine mittlere Lagerungsenkung in der ganzen Tiefe T — d (Textabb. 32)


Abb. 32.



herausstellen, die so lange von der Tiefe H — d abhängt, wie (H — d) $\gtrless$ (T — d) bleibt.

Die Einsenkung der Schwelle setzt sich nun, abgesehen von der zu vernachlässigenden elastischen, aus drei Teilen zusammen:

1. der Lagerungsenkung ohne seitliche Verdrängung,
2. der bleibenden Senkung mit seitlicher Verdrängung und etwaiger Zermalmung des Gesteines,
3. der Senkung des Untergrundes.

Die bleibende Senkung soll vermieden werden und hat nur für den Grenz-Druck Bedeutung. Die Senkung des Untergrundes darf dagegen bei Beobachtungen nicht auſser Acht gelassen werden*), weil sie ja bei erdiger Beschaffenheit denselben Gesichtspunkten folgt, wie die zusammenhaltlose Bettung. Durch Hinzutritt der Bindekraft, der die gefährliche Wagerechte sehr tief legt, und zwar bis unter die sogenannte Kohäsionshöhe, wird jedoch diese Senkung stets bedeutend vermindert. Auch kann die Senkung der Unterbaukrone fast ganz ausgeschaltet werden, wenn man die Beobachtungen auf felsigem Untergrunde anstellt. Aus diesen Gründen wird die Erörterung auf die Besprechung der Lagerungsenkung beschränkt.

Wäre das Schotterbett gemäſs k = 1 gar nicht gestopft, so müſste die Bettung unter der Schwelle durch die Bettungspannung allein um die vollen 14 % bis zur engsten Lagerung verdichtet werden. In diesem Falle werden die Einsenkungen und die Anstrengungen des Oberbaues mit Ausnahme der Schwellen bedeutend gröſser. Die Unterstopfung hat also vornehmlich den Zweck, die Einsenkungen und damit auch die Beanspruchung der Schienen und die Rückwirkungen auf die Fahrzeuge auf ein zulässiges Maſs einzuschränken. Die Schwelle wird hierbei bei geringeren Einsenkungen etwas mehr beansprucht, während bei der Schiene gerade das Gegenteil eintritt. Da der Schiene als wichtigstem Teil der Vorrang gebührt, und weil die Schwelle einerseits noch lange nicht an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt ist, andererseits aber ihre tatsächlich noch viel geringere Beanspruchung später nachgewiesen wird, so kann wohl die Einschränkung dieser Einsenkungen auf das unvermeidlichste Maſs als anzustrebendes Ziel hingestellt werden.

*) Siehe Bastian, Organ 1906, S. 269.

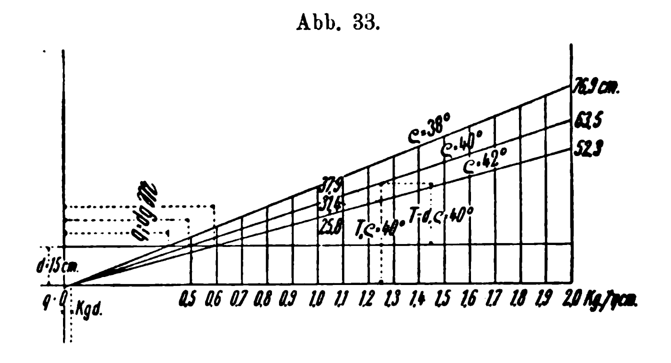
VIII. Die Reibungstiefe und ihr Einfluſs auf die Einsenkung der Schwellen.

Die Gröſse der Reibungstiefe T ergibt sich (Textabb. 32)*) aus der Bestimmung und Gleichsetzung der gemeinschaftlichen Grundlinie A C der beiden Dreiecke A B C und A D C: A C = T g n = (T — d — s + λ) G m; nun ist (S. 276) k g (T — d) = (T — d — s) G und $\lambda = \frac{q}{G}$, also T g n = k g (T — d) m + q m und wenn $\frac{n}{m}$ wieder = $\mathfrak{M}$ gesetzt wird:

Gl. 14) $T g \mathfrak{M} = k g (T - d) + q$ oder $T = \frac{q - k g d}{g(\mathfrak{M} - k)}$.

In Textabb. 33 wurde diese geradlinige Beziehung zwischen

Abb. 33.



T und q mit Hülfe der in Zusammenstellung I enthaltenen Werte für d = 15 cm und die drei Reibungswinkel $\varrho = 38^0$, 40^0 und 42^0 dargestellt. In Zusammenstellung III sind die Werte T vom ersten Grenzdruck q = 0,5 bis q_1 = 2 kg/qcm geordnet angegeben. Auch kann aus Textabb. 33 die für die Lagerungsenkung maſsgebende Tiefe T — d abgegriffen werden. Die Darstellungen zeigen, daſs T bei zunehmendem natürlichem

*) Die Fuſszeichen von m_0 und n_0, die in den Rechnungen fortgelassen sind, deuten an, daſs die Oberfläche wagerecht ist. Da in der gefährlichen Wagerechten nicht gerade der Grenzwert $q \geq \mu_0 = (d + s) g \nu_0$, wo in μ_0 und ν_0 . . . a' = a ist, eintreten muſs, erhielten die entsprechenden Werte das Zeichen x, μ_x und ν_x, um anzudeuten, daſs in diesen auch a' < a sein kann.



Zusammenstellung III.

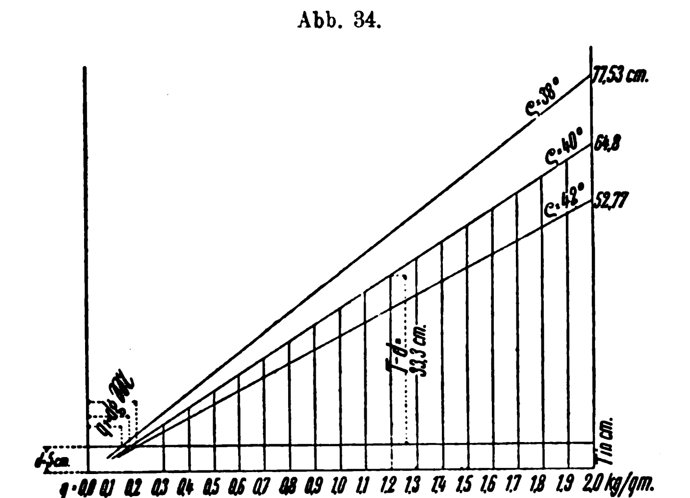
Reibungstiefe für hölzerne Querschwellen.

Schwelleneingriff d = 15 cm.

ρ =	38⁰	40⁰	42⁰
Bettungsspannung kg/qcm	T in cm =		
0,5	18,5	—	—
0,6	22,4	18,5	—
0,7	26.3	21,7	17,9
0,8	30,1	24,9	20,5
0,9	34.0	28,1	23,2
1,0	37,9	31,4	25,8
1,1	41,8	34,6	28,5
1,2	45.7	37,8	31,1
1,3	49.6	41,0	33,8
1,4	53,5	44,2	36,4
1,5	57,4	47,4	39,1
1,6	61,3	50,7	41,7
1,7	65,2	53,9	44.4
1,8	69,1	57,1	47,0
1,9	73,0	60,3	49,7
2,0	76,9	63,5	52,3

Böschungswinkel kleiner und bei wachsender Bettungsspannung gröfser wird. In Textabb. 34 sind die Reibungstiefen für

Abb. 34.



$d = 5^{cm}$ dargestellt. Die Vergleichung mit Textabb. 33 ergibt nur geringe Unterschiede, weil der Einflufs von d in der kleinen Gröfse d g 𝔐 gering ist.

Wird Gl. 14) auf T — d umgeformt, so ist

Gl. 14a) . . . . . . $T - d = \frac{q - d\,g\,\mathfrak{M}}{g\,(\mathfrak{M} - k)}$,

worin das Glied d g 𝔐 den auf S. 272 zu Textabb. 21 besprochenen ersten Grenzwert q_1, Zusammenstellung I, darstellt. Ist nun in Gl. 14a) $q = q_1 = d\,g\,\mathfrak{M}$, so wird $T - d = 0$, in diesem Falle ist also unter den Schwellen keine Reibungstiefe vorhanden, demnach kann auch keine Lagerungsenkung eintreten. Diese beginnt erst, wenn $q > q_1$ ist. Sie wird als Vereinigung aller Drehungen der Teilchen an der Mittelgrenze und im Innern der belasteten Bettung nach Abschnitt VII in geradem Verhältnisse zur Bettungstiefe unter den Schwellen H — d stehen, aber nur solange $H - d \leqq T - d$ ist. Der gröfste Wert der Senkung tritt bei der Bettungspannung ein, bei der H = T wird. Für $H > T$ bleibt der Höchstwert der Senkung unverändert, weil unter der Nullwagerechten keine lotrechte Reibung, also keine Drehung der Teilchen auftreten kann. Die bisherige Bettungsgleichung $q = c's$ erhält demnach die Form $q - d\,g\,\mathfrak{M} = C\,s$, worin aber die Bettungsziffer C eine andere Bedeutung hat.

Die hier eingeführte innerhalb gewisser Grenzen veränderliche Bettungsziffer C*) kann durch einen Vergleich aus der Elastizitätslehre erläutert werden. Wird ein lotrechter Stab vom Querschnitte 1 und der Länge L durch eine Kraft P lotrecht gedrückt und an jeder Ausbiegung verhindert, so ist seine Verkürzung bei der Elastizitätszahl E aus $\frac{P}{E} = \frac{x}{L}$ oder $P = \left(\frac{E}{L}\right) x$ zu entnehmen.

In dieser Gleichung spielt E : L dieselbe Rolle wie C in Gl. 15) . . . . $q - d\,g\,\mathfrak{M} = C\,s$.

Beide Gröfsen, E : L und C, sind unveränderlich, so lange in der Stabgleichung L und in Gl. 15) die Tiefe H — d unverändert bleiben; sie ändern sich, wenn L oder H — d, letzteres aber nur innerhalb der Grenzen von 0 bis T — d, andere Werte annehmen.

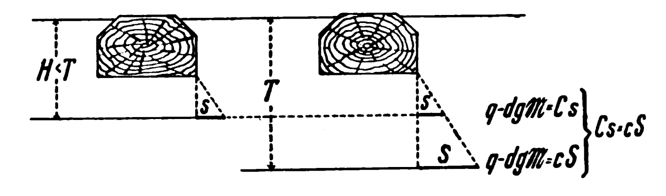
Hierbei ist die Gültigkeit der Stabgleichung durch den Wert von P an der Elastizitätsgrenze und die der Gl. 15) durch den Wert des Überdruckes $q - d\,g\,\mathfrak{M}$ begrenzt, der die engste Lagerung der Bettungsteilchen hervorruft.

Die Bettungsziffer C ist bislang wenig sicher und im Einzelfalle überwiegend durch Schätzung festgelegt. Aus den Versuchen der Reichseisenbahnen wurden die Ziffern 3 und 8 entnommen**), Winkler***) gab 4 bis 45, im Mittel 9 an, alle diese Zahlen sind aber nicht das Ergebnis einwandfreier Feststellung.

Bei dem Vergleiche der Gleichung der Bettungsziffer mit der der elastischen Längenänderung eines Stabes ist jedoch daran zu erinnern, dafs erstere nicht aus Elastizitätsverhältnissen, sondern im wesentlichen durch Lageänderungen der belasteten Bettungsteilchen entstanden ist.

In Textabb. 35 wirkt dieselbe Kraft q einmal auf eine

Abb. 35.



Bettung von der Tiefe H, das andere Mal auf eine solche von der Tiefe T. Am Ende des VII. Abschnittes ist erklärt,

*) Dafs die Bettungsziffer mit der Tiefe der Bettung abnimmt, geht schon aus den Versuchen der deutschen Reichseisenbahnen hervor, bei denen man unter sonst gleichen Verhältnissen bei Vorhandensein einer Packlage c' = 8, ohne diese c' = 3 fand.

**) Organ 1899, S. 141, 194, 227.

***) Siehe Winkler, E. Dr. Der Eisenbahn-Oberbau. Prag 1875. § 196.

warum bei Vorhandensein der vollen Reibungstiefe T die Einsenkung S gröfser sein mufs, als ihr Wert s bei der Bettungstiefe $H < T$.

Im ersten Falle besteht die Gleichung $q - d\,g\,\mathfrak{M} = C\,s$, im zweiten $q - d\,g\,\mathfrak{M} = c\,S$, woraus $C\,s = c\,S$ folgt.

Hierin sind c und S unveränderliche Gröfsen, die auch bei weiterer Senkung der Unterbaukrone auf $H > T$ so lange weiter bestehen, als q unverändert bleibt. Wenn die dem Drucke q entsprechende Bettungstiefe T beibehalten wird und nun q auf Q zunimmt, so bleibt c auch unveränderlich,*) wohl aber wird S gröfser: $Q = c\,S'$, und zwar bis Q den Wert ε erreicht, der die engste Lagerung der Bettungsteilchen erzeugt. Wird auch der Wert ε überschritten, so erfolgt keine weitere Einsenkung.

Nun ist zu untersuchen, wie sich s für verschiedene Bettungsstärken von $H - d = 0$ bis T ändert. Kennt man den Verlauf dieser Änderung, so ist damit auch das Gesetz der Änderung von C gegeben. Nach dem im VII. Abschnitte Gesagten suchen sich die Teilchen rechtwinkelig auf die unter dem Reibungswinkel ϱ' gegen die Wagerechte geneigte Druckkraft ϑ_x zu stellen. Da ϱ' von der gefährlichen Wagerechten bis zur Reibungstiefe von ϱ' bis 0 abnimmt, so ist diese Drehung in den tieferen Schichten geringer als in den höheren. Die Veränderung von s bei gleichbleibendem q wird daher nach einer Linie ähnlich der im V. Abschnitte gefundenen Hyperbel E stattfinden. Da jedoch durch den Zusammenhalt der geprefsten Bettungsteilchen die in höheren Schichten liegenden wegen stärkerer Drehung die Drehung der tieferen vergröfsern, während diese wieder auf jene zurückhaltend wirken, so wird diese Linie so flach verlaufen, dafs man ohne merkliche Fehler $\frac{s}{S} = \frac{H - d}{T - d}$ und weil $C\,s = c\,S$ ist, $\frac{s}{S} = \frac{c}{C} = \frac{H - d}{T - d}$ setzen kann.

Nach Abschnitt VII kann die unterstopfte Bettung nur noch um $4\,^0/_0$ verdichtet werden, also kann man die Belastung unter Gültigkeit von Gl. 15) nur soweit steigern, dafs sich $T - d$ um $\frac{T-d}{25}$ verkürzt. Diese Bettungspannung, ε genannt, entspricht somit der Gleichung $\varepsilon - d\,g\,\mathfrak{M} = c\,\frac{T-d}{25}$. Vom Eintritte des Wertes ε an bleibt bei weiterer Steigerung der Bettungspannung die Einsenkung $\frac{T-d}{25}$ unverändert; hierüber folgt näheres im IX. Abschnitte.

Somit wird in der Tiefe H . . . . $q - d\,g\,\mathfrak{M} = C\,s$

und in der Tiefe T . . . $\varepsilon - d\,g\,\mathfrak{M} = c\,\frac{T-d}{25}$,

woraus $\frac{q - d\,g\,\mathfrak{M}}{\varepsilon - d\,g\,\mathfrak{M}} = \frac{C}{c\,\frac{T-d}{25}}\,.\,s$ und weil $c\,(T - d) = C\,(H - d)$ ist

$$\text{Gl. 16)} \quad \ldots\ldots \quad q - d\,g\,\mathfrak{M} = \frac{25\,(\varepsilon - d\,g\,\mathfrak{M})}{H - d}\,.\,s$$

*) NB. Wenn die Bettungshöhe H für einen bestimmten Fall gleich der Reibungstiefe T_{kl} der kleinsten auftretenden Bettungsspannung, oder kleiner ist, $H \overline{\lessdot} T_{kl}$, so kann für die Berechnung dieser Schwelle überall C als unveränderlich angenommen werden.

folgt, die Bettungsziffer wird demnach durch $C = \frac{25\,(\varepsilon - d\,g\,\mathfrak{M})}{H - d}$ festgelegt. Die Gröfse $\varepsilon - d\,g\,\mathfrak{M}$ vertritt hierbei die Stelle der Elastizitätszahl E der Stabgleichung und wird hier als Senkungszahl eingeführt.

Die von allen Schriftstellern aus Winklers grundlegender Annahme übernommene Gleichung $q' = c'\,s$ ist also aus folgenden Gründen unrichtig:

1) Die Gleichung $q' = c'\,s$ ist eine reine Elastizitätsgleichung, weil für $q' = 0$ auch $s = 0$ wird, was mit der Tatsache im Widerspruche steht, dafs eine bis zum Grenzwerte $q_1 = d\,g\,\mathfrak{M}$ anwachsende Belastung keine Einsenkung in das Schotterbett hervorruft, und dafs ein $q' < q_1$ schon eine mefsbare Senkung erzeugen müfste, während man grade die Spurbildung, also Senkung und Verdrängung der Bettung, auf Landstrafsen seit jeher durch eine Pflasterung mit hinreichendem Eingriffe d zu verhindern suchte.*)

2) Die Bettungsziffer c' hat keine feststehenden Werte, wie man aus den Versuchen der Reichseisenbahnen folgern zu können glaubte. Sie ändert sich vielmehr mit der Tiefe bis zu deren gröfstem Wert, $T - d$ unter der Schwelle, und sie mufs für hölzerne Querschwellen bei $d = 15^{cm}$ unter sonst gleichen Verhältnissen einen andern Wert haben, als für eiserne mit kleinerem Eingriffe d, gleichgültig, ob letztere Lang- oder Querschwellen sind. Bei den Versuchen wurden aber die Ergebnisse des Holzschwellenoberbaues mit den über Hilfs-Oberbau erhaltenen durcheinander gemengt, und so unrichtige Ergebnisse erzielt.

Wenn wir nun die für hölzerne Querschwellen mit $d = 15^{cm}$ und $H - d = 25^{cm}$ erhaltenen Werte der Bettungsziffer c aus der unrichtigen Gleichung $q = c'\,s$ in die richtige $q - d\,g\,\mathfrak{M} = C\,s$ setzen, so ergibt sich $C = c' - \frac{d\,g\,\mathfrak{M}}{s}$, die nach dem bisherigen Verfahren erhaltenen Werte der Bettungsziffer sind also um $\frac{d\,g\,\mathfrak{M}}{s}$ gröfser, als die theoretisch einwandfreieren Werte C.

IX. Die Grenzbelastungen.

Im IV. Abschnitte wurde der in der gefährlichen Wagerechten auftretende erste Grenzwert $q_1 = d\,g\,\mathfrak{M}$ besprochen. Da er keine Lagerungsenkung hervorbringen kann, hat er nur für die Bettungsgleichung 16) Bedeutung.

Zur Erklärung der übrigen möglichen Grenzwerte dient Textabb. 35 bei der Annahme, dafs der die Senkung erzeugende Überdruck $q - d\,g\,\mathfrak{M}$ so gesteigert wird, dafs die vorhandene Bettungstärke grade gleich der Reibungstiefe T

*) In Wahrheit kann auch $q_1 = d\,g\,\mathfrak{M}$ bei endlicher Korngröfse nicht $= 0$ werden, weil das kleinste d nicht $= 0$, sondern der Eingriffstiefe der obersten Schotterschicht gleich zu setzen ist. Hat die Bettung, wie beispielsweise Sand, eine sehr kleine Korngröfse, so überzeugt man sich leicht, dafs schon ein geringes Gewicht q' ausreicht, um, auf die Oberfläche gelegt, schon eine sichtbare bleibende Einsenkung hervorzurufen. Hier wird eben ein kleiner Eingriff d durch wahrnehmbare Verdrängung erzeugt, um der Gleichgewichtsbedingung $q = d\,g'\,\mathfrak{M}'$ zu entsprechen; g' und $\mathfrak{M}'$ sind dabei mit den für Sand zu ermittelnden Werten einzusetzen.

ist. Bei weiterm Anwachsen dieses Druckes können nun drei Fälle eintreten:

a) Die gefährliche Wagerechte senkt sich allmälig, bis der in ihr auftretende Seitendruck $q\mu$ gleich dem gröfstmöglichen Widerstande $(d + s) g\nu$ wird (Textabb. 26). Bei der weitern Drucksteigerung tritt eine bleibende Senkung und Abschiebung mit Furchenbildung ein (Textabb. 22 und 23). Dieser Druck heifse Grenzwert q_2, er folgt aus $q_2 \mu = (d + s) g \nu$ und weil $\frac{\nu}{\mu} = M$ ist

Gl. 17) . . . . $q_2 = (d + s) g M.$

b) Bevor q_2 eintritt, wird ein Grenzwert ε erreicht, von dem ab die erreichte Lagerungsenkung unveränderlich bleibt, weil die Bettungsteilchen ihre engstmögliche Lage erreicht haben; nach Abschnitt VIII ergibt sich dieser Wert aus

Gl. 18) . . . . . . $\varepsilon - d g \mathfrak{M} = c \frac{T - d}{25}.$

Sobald ε eintreten kann, ist die Möglichkeit eines Grenzwertes q_2 ausgeschlossen und umgekehrt kann ε in einem bestimmten Falle nicht eintreten, wenn schon vorher $q_2 < \varepsilon$ die Abschiebung eingeleitet hat.

c) Nach Eintritt der Bettungspannung ε kann diese derart gesteigert werden, dafs der Seitendruck bei ungeänderter Lage der gefährlichen Wagerechten eine Gröfse ε' erreicht, die bei geringster Steigerung eine bleibende Senkung, Abschiebung und Furchenbildung erzeugt. Dieser vierte Grenzwert ist demnach:

Gl. 19) . . . . . $\varepsilon' = \left(d + \frac{T - d}{25}\right) g M$

unabhängig von der Bettungsziffer; er kann nur dann eintreten, wenn vorher ε eingetreten ist.

Von den vier Grenzwerten q_1, q_2, ε und ε' sind die drei letzteren deshalb wichtig, weil die geringste Überschreitung von q_2 und ε' bleibende Gleissenkungen verursacht und weil ε die Gültigkeit der Bettungsgleichung beendet.

Um über die wichtige Bedeutung des Grenzwertes ε klar zu werden, dient folgende Überlegung. Die Senkung s wird durch eine Kraft q erzeugt, die bei der Annäherung des Rades von 0 bis zum gröfsten Werte q bei der Stellung auf der Schwellenachse anwächst, dann wieder mit der Entfernung des Rades bis 0 abnimmt. Beim allmählichen Anwachsen wird daher der die Senkung verursachende Bettungsdruck eine Arbeit leisten, die durch $\int_0^s (q - d g \mathfrak{M}) \delta s$ ausgedrückt wird. Da aber früher $q - d g \mathfrak{M} = \frac{25 (\varepsilon - d g \mathfrak{M})}{H - d} . s$ nachgewiesen ist, so wird, wenn $\frac{25 (\varepsilon - d g \mathfrak{M})}{H - d}$ die Bezeichnung ω erhält, $q - d g \mathfrak{M} = \omega . s$ und $\int_0^s (q - d g \mathfrak{M}) \delta s = \omega \int_0^s s \, \delta s = \frac{\omega s^2}{2} =$ der Senkungsarbeit des Bettungsüberdruckes.

Diese Arbeit schwingt also zwischen den Grenzen 0, $\frac{\omega s^2}{2}$, 0. Ist nun $q > \varepsilon$ so mufs die Arbeit schon bei Erreichung der dem Eintritte des Wertes ε entsprechenden Senkung $\sigma < s$ ihren höchsten Wert erreichen. Die Senkungsarbeit kann daher nur den Wert $\int_0^\sigma [\varepsilon - d g M] \delta \sigma = \omega \int_0^\sigma \sigma \, d\sigma = \omega \frac{\sigma^2}{2}$ erreichen, während zur vollen Ausschwingung der Kraftleistung des Druckes q die Arbeit $\omega \frac{s^2}{2}$ erforderlich wäre. Der Unterschied $\omega\left(\frac{s^2}{2} - \frac{\sigma^2}{2}\right)$ kann daher nur von der rückwirkenden Festigkeit des Bettungsgesteines aufgenommen werden und mufs sich wegen der oben geschilderten Unterbrechung der Ausschwingung der Kraftleistung als Stofs auf das Rad äufsern.

Obwohl nun stets $\varepsilon' \geqq \varepsilon$ sein mufs, bleibt nach den obigen Ausdrücken das Verhältnis zwischen q_2 und ε zunächst unbestimmt; die nachfolgende Untersuchung löst diesen Zweifel.

Zu diesem Zwecke sollen q_2 und ε als f(C) dargestellt werden. Wenn s aus der Bettungsgleichung 15) $q_2 - d g \mathfrak{M} = C s$ in die Gleichung $q_2 = (d + s) g M$ eingesetzt wird, so ergibt sich:

Gl. 20) . . . . . . $q_2 = d g M \frac{C - g \mathfrak{M}}{C - g M}$ oder

$C q_2 - g M q_2 - d g M C + d g^2 M \mathfrak{M} = 0$; wird $C = x$, $q_2 = y$ gesetzt, so entsteht

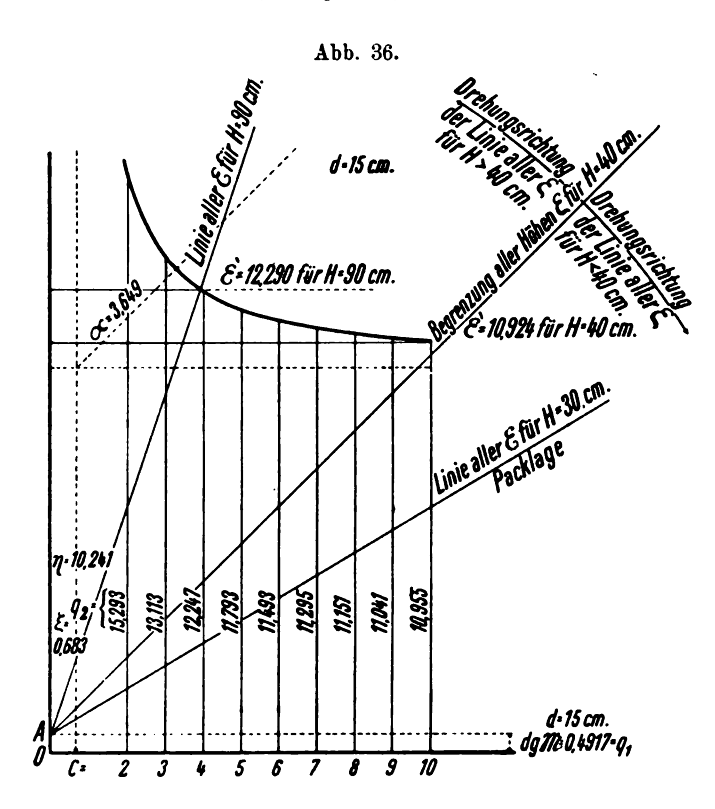
Gl. 20a) . . $x y - g M y - d g M x + d g^2 M \mathfrak{M} = 0,$

die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel bezogen auf das zu ihren Asymptoten gleichgerichtete Achsenkreuz. Denn wenn man den Ursprung der Asymptotengleichung der gleichseitigen Hyperbel: $x_1 y_1 = \frac{\alpha^2}{2}$ um die Gröfsen ξ und η verschiebt, also $\begin{Bmatrix} x_1 = x - \xi \\ y_1 = y - \eta \end{Bmatrix}$ (Textabb. 36) setzt, so erhält man die Gleichung

$$x y - \eta x - \xi y + \left(\xi \eta - \frac{\alpha^2}{2}\right) = 0,$$

die der Gleichung 20a) entspricht; demnach ist:

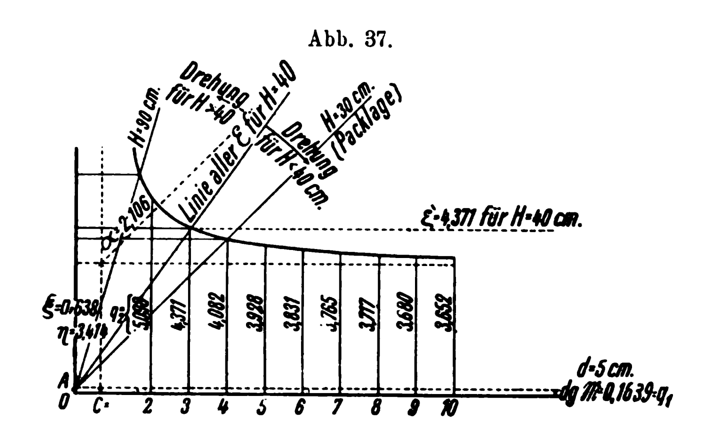
Abb. 36.



$\eta = d\,g\,M$, $\xi = g\,M$ und $a = \sqrt{2\,d\,g^2\,M\,(M - \mathfrak{M})}$, womit die Hyperbel bestimmt ist.

In Textabb. 36 wurde diese Hyperbel für hölzerne Querschwellen d = 15 cm und in Textabb. 37 für eiserne Schwellen

Abb. 37.



d = 5 cm unter Zuhülfenahme der Zusammenstellungen I und II und unter Annahme eines Reibungswinkels von $\varrho = 40^0$ gezeichnet.

In beiden Textabbildungen erscheint weiter die von A ausgehende Gerade $\varepsilon = d\,g\,\mathfrak{M} + c\,\frac{T - d}{25}$, die man auch $\varepsilon = d\,g\,\mathfrak{M} + C\,.\,\frac{H - d}{25}$ schreiben kann, weil nach Abschnitt VIII $c\,(T - d) = C\,(H - d)$ ist. Die Tangente des Neigungswinkels dieser Geraden gegen die Längenachse $\frac{H - d}{25}$ ändert sich mit der Bettungsstärke H. Ihre Höhen stellen den Grenzwert ε dar, der bekanntlich einer Art Elastizitätsgrenze für Druck entspricht.

Die der $f(\varepsilon')$ entsprechende Linie erscheint als eine zur X-Achse gleichlaufende Linie, die wegen $\varepsilon' = d\,g\,M + \frac{T - d}{25}\,g\,M$ stets höher als $\eta = d\,g\,M$, also in allen Fällen über der X-Asymptote liegt und von der Bettungsziffer unabhängig ist.

Wenn in a) $s = \frac{T - d}{25}$ wird, so geht q_2 in ε' über, da aber ε' ohne vorheriges Eintreten von ε nicht stattfinden kann, ein tatsächlich auftretendes ε aber wieder q_2 unmöglich macht, so folgt daraus, dafs sich diese drei Linien, die Hyperbel, die Linie ε' und die Linie ε, in einem Punkte schneiden müssen.

Die Linie der Beziehung $\varepsilon = d\,g\,\mathfrak{M} + c\,\frac{T - d}{25}$, die ε-Linie, teilt also die Hyperbel in zwei Äste: in einen linken, wo wegen $\varepsilon < \varepsilon' < q_2$ das Eintreten von q_2 unmöglich wird und wo die Bettungsgleichung Gl. 15) nur bis zur Erreichung der Druckgröfse ε gilt, und in einen rechten, wo immer $q_2 \quad \varepsilon$ ist, ε und folglich ε' stets ausgeschlossen sind, und die Bettungsgleichung in vollem Umfange in Geltung bleibt. Die Linie ε' ist daher nur im linken Aste eingezeichnet.

In den Textabb. 36 und 37 sind alle Grenzwerte als abhängige der Bettungsziffer eingezeichnet. H = 40 cm wird als Regelfall betrachtet. Wird H kleiner, so dreht sich die ε-Linie nach rechts, und die Bettungsziffern schreiten nach rechts vor; bei zunehmendem H gilt das Gegenteil.

Aus diesen Figuren erhellt:

A. Hölzerne Querschwellen, d = 15 cm. (Textabb. 36.)

a) Bettungstiefe H = 40 cm. Hier gilt der linke Ast der Hyperbel für die Bettungsziffern von 2 bis 10, q_2 ist ausgeschlossen.

Für C = 3, 5 oder 8 wird die Bettungsgleichung bei Erreichung einer Bettungspannung von $\varepsilon = 3{,}49$, 5,49 und 8,49 kg/qcm aufser Gültigkeit gesetzt; ε' ist unveränderlich = 10,924 kg qcm.

b) Bettungstiefe H = 90 cm. Von C = 2 bis 3,93 ist der linke, für gröfsere Bettungsziffern der rechte Hyperbelast in Betracht zu ziehen. Da aber die Bettungsziffer mit zunehmendem H kleiner wird, so soll sie hier auf die Gröfsen 2 bis 5 beschränkt werden. Man erhält für

$$C = 3 \;.\;.\;.\;.\;.\; \varepsilon = d\,g\,\mathfrak{M} + c\,\frac{T - d}{25} = 0{,}4917 + 3\,\frac{9 - 15}{25}$$
$$= 6{,}4917 \text{ kg/qcm und } \varepsilon' = 12{,}290 \text{ kg/qcm};$$
$$C = 5 \;.\;.\;.\;.\;.\; q_2 = 11{,}783 \text{ kg/qcm}.$$

c) Bettungstiefe H = 30 cm. Dieser Fall gilt auch für eine 10 cm Packlage im üblichen Schotterbette von 40 cm ganzer Tiefe. Hier gilt nur der linke Ast, und wegen der geringern Tiefe sind die höheren Bettungsziffern mafsgebend. Für C = 5, 7 oder 9 kg/qcm wird $\varepsilon = 3{,}4917$, 4,6917 und 5,8917 kg/qcm, $\varepsilon' = \left(d + \frac{T - d}{25}\right) g\,M = \eta + \frac{30 - 15}{25}\,\xi = 10{,}241 + 0{,}6\,.\,0{,}683 = 10{,}65$ kg/qcm.

B. Eiserne Schwellen, d = 5 cm. (Textabb. 37.)

a) Bettungstiefe H = 40 cm. Der Fall liegt ähnlich wie A_b. Für C = 3 wird $q_2 = \varepsilon = \varepsilon' = 4{,}371$ kg/qcm, für C = 5 folgt $q_2 = 3{,}928$ kg/qcm.

b) Bettungstiefe H = 90 cm. Nur der rechte Hyperbelast gilt. C = 3 und 4 kg qcm liefert $q_2 = 4{,}371$ und 4,082 kg/qcm.

c) Bettungstiefe H = 30 cm, übliche Bettung mit 10 cm Packlage. Entgegen dem Falle A_c gilt hier wegen der gröfsern Bettungsziffern vorwiegend der rechte Hyperbelast. C = 5, 7 und 8 kg qcm entspricht $q_2 = 3{,}928$, 3,765 und 3,717 kg/qcm.

Durch Verminderung des Eingriffes d der Schwelle werden also die Grenzwerte kleiner. Da jedoch die bei den ungünstigsten Verhältnissen auftretenden Bettungspannungen kaum eine Gröfse von 1,9 kg/qcm erreichen*), während die für bleibende Senkung und Furchenbildung mafsgebenden Grenzwerte ε' und q_2 niemals kleiner werden können, als die Asymptoten-Höhen η der Hyperbeln, im Falle A also nie 10,241 kg/qcm und im Falle B nie 3,414 kg/qcm unterschreiten, so können diese Grenzwerte unter gewöhnlichen Verhältnissen und bei den derzeitigen Raddrücken nicht leicht eintreten. Höchstens könnte dies im Falle B bei einseitigen Belastungen durch die Schwankungen der Fahrzeuge und beim Befahren ungleichmäfsig unterkrampter Gleisstellen vorkommen. Dasselbe gilt auch von ε, dessen Auf-

*) W. Ast: Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Materiale. Wien 1892, Beilage 1.



treten stets einen Stofs auf die Fahrzeuge bewirken mufs, sobald die Bettungspannung von 0 beginnend über ε hinaus wächst.

Dieses Bild der Grenzwerte ändert sich jedoch bei Verminderung der Reibung durch Feuchtigkeit. Fällt der Reibungswinkel nur um 2^0 von 40^0 auf 38^0, so ändern sich die wichtigen Werte M von 440,4719 auf 209,2399, η_I von 10,2409 auf 4,8648 und η_{II} von 3,4136 auf 1,6216 (Zusammenstellung II).

Nun wird im Falle B aus Gl. 17) für $C = 4$, 5 und 6 ... $q_2 = 1{,}75$, 1,72 und 1,70 kg/qcm, welche Grenzwerte umso leichter erreicht werden können, als die Lagerungsenkungen bei verminderter Reibung durch die geringere Verdrehung der Bettungsteilchen geringer, die Bettungsziffern und Bettungspannungen daher gröfser werden.

Bei dem geringen Schwelleneingriffe von 5 cm können daher die Grenzspannungen q_2 namentlich bei Vorhandensein einer Packlage und den heute üblichen Raddrücken an vielen Stellen der Schwelle überschritten, also das Losrütteln der unterstopften Schwellen und weiter bleibende Gleissenkungen verursacht werden.

Im Falle A können jedoch die Grenzwerte unter den heutigen Radlasten kaum eintreten, wie aus Textabb. 36 hervorgeht, weil die Bettung wegen des Stopfens nie schwächer als 30^{cm}, 15^{cm} unter der Schwelle, werden darf.

Nur in einem einzigen Falle ist dies möglich. Wird das Gleis ohne Strömung überflutet, so sinkt M, wie früher, um mehr als die Hälfte und das Gewicht $g = 0{,}00155$ auf $0{,}00055$, auf etwa $30\,^0/_0$, so dafs $\eta_I = 1{,}62$ kg/qcm, etwa $17\,^0/_0$ seines Wertes, wird.*)

Wie weit die Bettungspannungen bei künftigen Verstärkungen des Oberbaues wegen Steigerung der Lasten gesteigert werden dürfen, zeigen die Textabb. 36 und 37. Hierbei sind immer die Fälle A_c und B_c als die ungünstigsten unter gleichzeitiger Annahme der Reibungsverminderung durch Nässe in Betracht zu ziehen. Im Falle A_c würde beispielsweise bei einer Bettungsziffer $C = 7$**) schon bei Überschreitung einer Spannung $\varepsilon = d\,g\,\mathfrak{M} + C\,\frac{30 - 15}{25} = 4{,}61$ kg/qcm das federnde Spiel der Bettung aufhören. Im Falle B_c folgt schon vorher für $C = 6$ $q_2 = 1{,}70$, woraus hervorgeht, dafs Schwellen von so geringem Eingriff überhaupt keine weitere Steigerung der Bettungspannungen zulassen, wenn die Grenzwerte vermieden werden sollen. Bemerkenswert ist aber, dafs für $d = 2^{cm}$ (Eingriff der obersten Schotterschicht) und $C = 4$, $q_2 = 1{,}45$ wird, dafs es also vom Standpunkte der Statik der Bettung bei den heute üblichen Belastungen zulässig ist, die Schwellen oben auf die Bettung zu legen, wie dies auf amerikanischen Bahnen und bei Notbauten oft geschieht. Allerdings werden hier die Grenzwerte sofort eintreten, aber dies hat nur zur Folge, dafs allmälig ein tieferliegendes Schwellenlager ausgebildet wird, bis der Schwelleneingriff die zur Herstellung des Gleichgewichtes erforderliche Gröfse erlangt hat. Dafs die Unterstopfung durch diese Verdrängung leiden mufs, ist aus Vorstehendem klar und wird auch durch die Abkehr der amerikanischen Bahnen von dieser Bauart bestätigt, wenn sie auch noch nicht verschwunden ist.*)

Dieser Abschnitt über die Grenzwerte lehrt, dafs deren Eintritt bei den heute üblichen Belastungen und bei einem Schwelleneingriffe von mindestens 15 cm noch lange nicht zu befürchten ist. Wenn nun im Verlaufe des Betriebes dennoch bleibende Senkungen eintreten, so können sie nur durch andere nicht statische Gründe entstanden sein. Diese Ursachen sind:

1) mangelhafte Unterstopfung;
2) ungleichmäfsige, einseitige und auflockernde Drücke durch Schwankungen der Fahrzeuge;
3) der Umstand, dafs die Bettungsteilchen nach der Entlastung nicht genau in die frühere Lage zurückkehren können, was sich namentlich bei starkem Verkehre geltend machen mufs;
4) der Einflufs der das Gefüge auflockernden Fröste;
5) bleibende Senkung des Untergrundes.

X. Anwendung der Theorie.

Im Folgenden soll an einigen von Zimmermann berechneten Fällen gezeigt werden, wie diese Ergebnisse gemäfs der vorliegenden Theorie abgeändert werden müfsten, wenn sie vom Standpunkte der Bettungsstatik unanfechtbar sein sollen.

Die Druckverhältnisse in einer Mittelgrenze einer 2,7 m langen, 0,31 m breiten Schwelle bei der gröfsten Bettungspannung $q = 1{,}25$ kg/qcm in der Nähe des Lastpunktes zeigt

Abb. 38.

Textabb. 38. Hierbei ergibt sich für $c' = 8$ eine Senkung von 0,16 cm.**)

---

*) Hier würde sich ε wegen der Kleinheit der Veränderlichen $d\,g\,\mathfrak{M}$ nur wenig ändern, und da die Hyperbel bedeutend hinunterrückt, gilt nur ihr rechter Ast, so dafs auch nur der Grenzwert q_2 eintreten kann.

**) Die Versuche der Reichseisenbahnen ergaben in diesem Falle $c' = 8$; wir haben bereits früher aufmerksam gemacht, dafs unser hier aufgestelltes C um die Gröfse $\frac{d\,g\,\mathfrak{M}}{s}$ geringer ist; daher ist $C = 7$ anzunehmen, bis entsprechende Versuche genauere Unterlagen geliefert haben.

*) Anläfslich des letzten internationalen Geologenkongresses von 1906 schreibt Professor C. Diener wörtlich:

„Der Oberbau der mexikanischen Zentralbahn ist selbst für amerikanische Verhältnisse schlecht. Auf den dem Bahndamm lose aufliegenden Schwellen sind die Schienen nur ungenügend befestigt, sodafs bei dem Darüberfahren des Zuges das Gleis in Schwingungen gerät, die auf den Passagier eine ähnliche Wirkung ausüben, wie eine Schiffahrt auf stürmischer See. Zwischen Chihuahua und El Paso sahen wir nicht weniger als drei entgleiste Lastzüge neben dem Gleise liegen.“ — Gewifs keine gute Empfehlung für diese billige Bauart!

**) Siehe Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Materiale von W. Ast, Wien 1892, Beilage 1, Post 8. Die zugehörige Schiene des Querschnittes D ist 9 m lang, hat 35,34 kg/m Gewicht, $J = 951$ cm⁴ und liegt auf 12 Schwellen.

Zunächst ist die Spannung in der gefährlichen Wagerechten von Bedeutung, wobei in $M_x = \frac{\nu_x}{\mu_x}$ der Tangentenwert $a' < a$ sein mufs, weil bei dieser Bettungspannung noch kein Grenzwert eintreten kann.

Aus Gl. 17) folgt . . . $q = (d + s)\, g\, M_x$, somit $M_x = \frac{1{,}25}{15{,}16\ .\ 0{,}00155} = 53{,}196$; aus Abschnitt VI folgt, dafs $\frac{\omega + \zeta}{\omega - \zeta} = \sqrt{M_x} = \sqrt{53{,}196} = 7{,}29355$ somit $\zeta = \frac{\omega\,(\sqrt{M_x} - 1)}{\sqrt{M_x} + 1} = 0{,}990607$, wobei $\omega = \sqrt{1 + a^2} = \sec\varrho = \frac{1}{\cos\varrho} = \frac{1}{\cos 40^0} = 1{,}305407$ und ζ von a' abhängig, nämlich $= \sqrt{a\,(a + a')}$ ist.

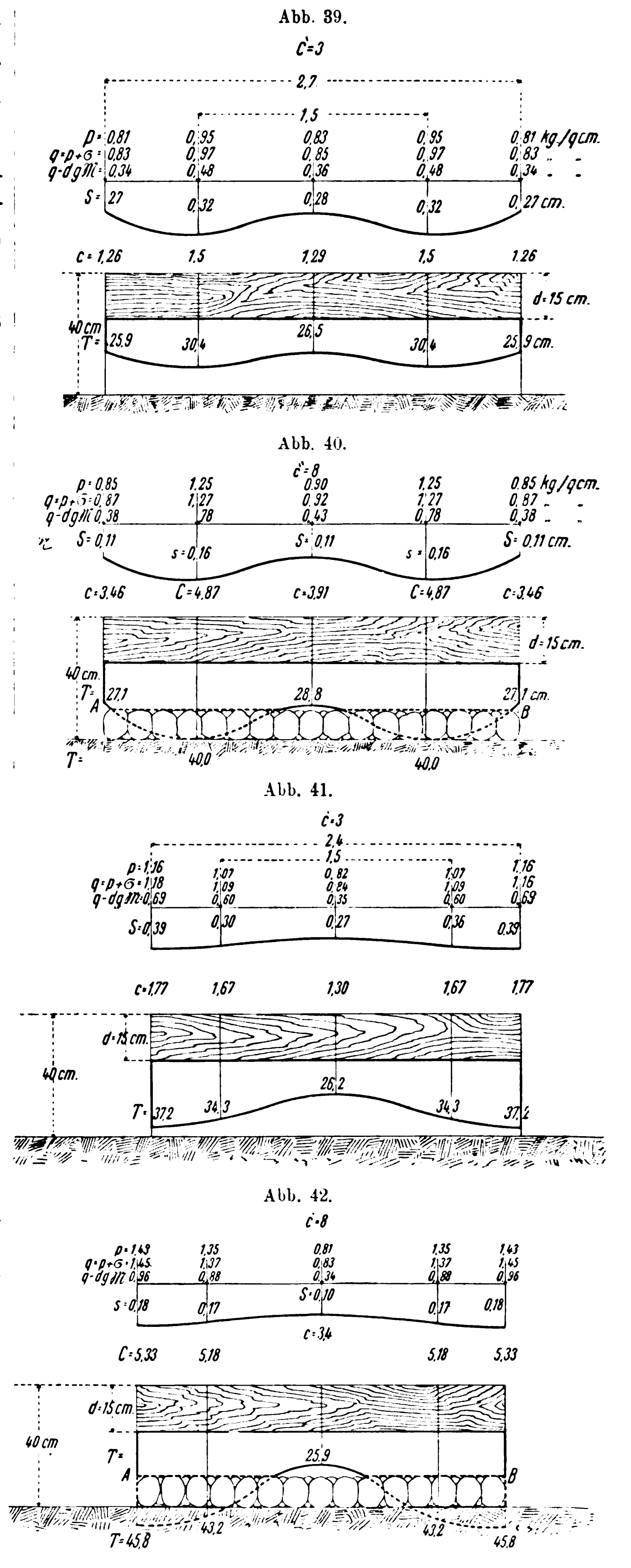
Bekanntlich ist $\mu_x = \frac{1}{(\omega + \zeta)^2}$, also $= 0{,}189692$, somit ist die Spannung in der gefährlichen Wagerechten $q\,\mu_x = 1{,}25\,.\,0{,}189692 = 0{,}237115$, für $q = 1{,}25$ wird nach Zusammenstellung III die Reibungstiefe $T = 39{,}4$ cm, also $T < H = 40$ cm.

Um die Spannung y_0 in der Nullwagerechten zu erhalten, gebraucht man am bequemsten die Gleichung für A C in Textabbildung 32 . . . . $y_0 = T\,g\,n = 0{,}28085$. Wäre $H < T$, so ergibt sich die Spannung in der Unterbaukrone aus: $[k\,g\,(H - d) + q]\,\mu_H = H\,g\,\nu_H$, woraus wie oben M_H, ζ_H und μ_H zu bestimmen sind. Unterhalb der Nullwagerechten in Textabb. 27 wird keine lotrechte Reibung in Anspruch genommen, daher mufs die Spannung in der Unterbaukrone aus dem Kraftkörper (Textabb. 27) ohne lotrechte Reibung berechnet werden; man erhält sie aus: $[k\,g\,(H - d) + q]$ m. Diese Berechnung ist im vorliegenden Falle überflüssig, da der Unterschied $H - T$ nur 6 mm beträgt. Läge die Unterbaukrone noch tiefer, etwa in A F, so würde der Druck unter der Nullwagerechten nach der Linie E_0 F verlaufen. Diese Linie hat nach Zusammenstellung I gegen die Lotrechte die Neigung $\operatorname{tg}\alpha = 500\,k\,g\,m$ (Textabb. 21 und 27). Nach dem am Schlusse des Abschnittes VI Gesagten kann die Verbindung der Punkte E_a und E_0, deren Achsen-Abstände ebenfalls 500 mal verzerrt erscheinen, gezogen und die Zeichnung der Hyperbel vermieden werden.

Um die Biegsamkeit der Schwelle in Betracht zu ziehen, soll Beilage 6 aus dem oben bezeichneten Werke von W. Ast als Grundlage gewählt werden.

Die Textabb. 39 und 40 zeigen die 2,7 m lange Schwelle, die von allen mafsgebenden Fachmännern mit Recht als die geeignetste erkannt worden ist, während die Textabb. 41 und 42 die vorher übliche 2,4 m lange darstellen.

Unter Zugrundelegung der Zimmermannschen Bettungsdrücke p ist zu bemerken, dafs diese Werte nur vom Schienendrucke, also ohne Berücksichtigung des Eigengewichtes des Oberbaues Σ kg/m abgeleitet wurden. Für vorliegende Theorie ist aber diese Gröfse Σ deshalb wichtig, weil der erste Grenzwert in der gefährlichen Wagerechten $q_1 = d\,g\,\mathfrak{M}$ diese Gröfse mit enthalten soll. Der die Lagerungsenkung und demnach auch die Biegung herbeiführende Überdruck ist, wenn σ die aus Σ folgende, gleichmäfsig verteilte Bettungspannung bedeutet, $q - (d\,g\,\mathfrak{M} - \sigma)$. Hieraus wäre $(d\,g\,\mathfrak{M} - \sigma)$ für jede Ober-



bauart besonders zu berechnen, die Zusammenstellung I hätte keine allgemeine Gültigkeit. Um dieses zu vermeiden, sind gleich die Drücke $p + \sigma$ in die Zeichnung eingetragen, die vorläufig die nach Zimmermann berechneten Werte p enthält, für diese berichtigten Spannungen $p + \sigma$ findet man aus Zusammenstellung III die zwischengerechneten Reibungstiefen und aus $\frac{(p + \sigma) - d\,g\,\mathfrak{M}}{s} = C$, die jeweilige veränderliche Bettungsziffer oder deren Grenzwert c aus $\frac{q - d\,g\,\mathfrak{M}}{S} = c$. Alle Werte sind aus den Abbildungen zu entnehmen. Wenn die Schwelle l lang, b breit ist, ist $\sigma = \frac{\Sigma}{l\,.\,b}$; Σ wurde in Textabb. 39 und 40 mit 156 kg und in Textabb. 41 und 42 mit 144 kg angenommen, woraus im ersten Falle für $b = 31$, $l = 270$ cm, $\sigma = 0{,}0186$ kg/qcm, im zweiten für $b = 31$, $l = 240$ cm, $\sigma = 0{,}0172$ kg/qcm folgt. Durch Verbindung der Endpunkte aller Reibungstiefen ergibt sich deren Umhüllungslinie T. In Wirklichkeit sind diese nach 2 : 1 verzerrt gezeichneten Linien noch flacher. Die T-Linien haben in allen Höhen $Y = T - d$ viel steilere Neigungen als die vorgezeichneten Biegungslinien an denselben Stellen, weil letztere sich aus $y = \frac{q - d\,g\,\mathfrak{M}}{C}$, somit $\frac{\delta y}{\delta x} = \frac{1}{C}\frac{\delta q}{\delta x}$ *) und erstere aus $Y = T - d = \frac{q - d\,g\,\mathfrak{M}}{g\,(\mathfrak{M} - k)}$ und $\frac{\delta Y}{\delta x} = \frac{\delta (T - d)}{\delta x} = \frac{1}{g\,(\mathfrak{M} - k)}\,\frac{\delta q}{\delta x}$ ergibt, wobei $\frac{1}{g\,(\mathfrak{M} - k)}$ nach Zusammenstellung I, gemäfs dem Reibungswinkel zwischen 38,9 und 26,5 liegt. Für $\varrho = 40^0$ ist somit $\frac{\delta (T - d)}{\delta x} = 32{,}1776\,.\,C\,.\,\frac{\delta y}{\delta x}$.

Aus diesen Ausdrücken für die Neigungen folgt, dafs die T-Linie zugleich mit der Biegungslinie alle gröfsten und kleinsten Werte erreicht, also auch die Wendepunkte, für die die zweiten Differenzialquotienten aufzustellen wären, in denselben Punkten liegen müssen.

Die T-Linien haben aber noch eine andere bemerkenswerte Eigenschaft. Aus $T - d = \frac{q - d\,g\,\mathfrak{M}}{g\,(\mathfrak{M} - k)}$ folgt $q - d\,g\,\mathfrak{M} = g\,(\mathfrak{M} - k)\,(T - d)$; wenn also die Höhen $T - d$ hier mit dem Mafsstabe $1 : 10\,.\,\frac{1}{g\,(\mathfrak{M} - k)}$ gemessen werden, so stellen sie zugleich die Lastverteilung der die Biegung verursachenden Drücke $q - d\,g\,\mathfrak{M}$ dar.

Aus den Textabb. 39 bis 42 sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1) Bei Textabb. 39 und 41 würde eine Verschiebung der Unterbaukrone nach unten, also eine gröfsere Bettungstiefe, keinen Einflufs auf die Senkung auszuüben, weil die T-Linie die Unterbaukrone nicht schneidet.

2) Bei Textabb. 40 und 42 mufs die Entfernung der Packlage eine gröfsere Einsenkung und eine kleinere mittlere Bettungsziffer hervorrufen, was durch die Versuche der Reichseisenbahnen bestätigt wird, die ohne Packlage $c' = 3$ und mit Packlage $c' = 8$ ergaben.

Damit ist also auch der Einflufs der Bettungstiefe auf die Einsenkung klargestellt.

Die Textabb. 43 und 44 zeigen die Umhüllungslinien der

Abb. 43.

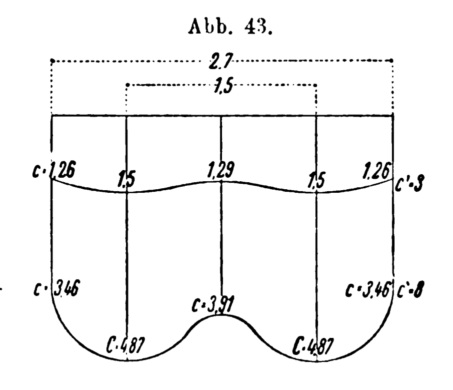


Abb. 44.

Bettungsziffern für 2,7 m und 2,4 m lange Querschwellen. Die obere Linie entspricht der üblichen Bettungstärke, die untere der niedrigen Bettung mit Packlage.

Da $q - d\,g\,\mathfrak{M} = C\,s$, also $C = \frac{q - d\,g\,\mathfrak{M}}{s} = g\,(\mathfrak{M} - k)\,\frac{T - d}{s}$ ist, folgt $\frac{\delta C}{\delta x} = \frac{g\,(\mathfrak{M} - k)}{s}\,\frac{\delta (T - d)}{\delta x} = \frac{C}{s}\frac{\delta y}{\delta x}$, worin, wie in diesen vier Fällen, C und s weder 0 noch unendlich werden dürfen. Unter dieser Voraussetzung ist also die C-Linie, wie vorher die T-Linie, ihrem Verlaufe nach ähnlich der Biegungslinie, auch hier gilt das bei Besprechung der T-Linie Erwähnte.

Da $g\,(\mathfrak{M} - k)$ nach Zusammenstellung I je nach der Gröfse von ϱ sehr klein ist, nämlich 0,0257, 0,0311 und 0,0377, so wird diese Linie viel flacher, als die T-Linie, aber steiler, als die Biegungslinie verlaufen.

Die Linien zeigen, dafs ein mittleres C vorhanden ist, das aber keinen festen Wert hat, sondern für jede Schwellenart anders wird; C mufs sich ferner mit der Reibungstiefe und sowohl mit der Bettungspannung, als auch mit der Gröfse des Schwelleneingriffes d ändern, wie aus Vorhergehendem hervorgeht.

Mit diesem mittlern C ist somit die Biegung aus Winklers Gleichung nach Zimmermann zu berechnen. Diese Gleichung lautet demnach nicht mehr

$$E\,\tau\,\frac{\delta^4 y}{\delta x^4} = b\,p = c'\,b\,y, \text{ sondern:}$$

$$\text{Gl. 22) } \ldots\; E\,\tau\,\frac{\delta^4 y}{\delta x^4} = b\,(q - d\,g\,\mathfrak{M}) = C\,b\,y.$$

*) Hier ist C, als mittlere Bettungsziffer gedacht, unveränderlich angenommen.

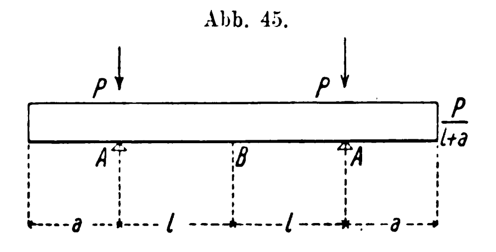
Hierin ist C stets $< c'$, da aber auch $q - d g \mathfrak{M} < p$ wird, so werden sich die Höhen y aus der neuen Gl. 22) aufserordentlich wenig, zum gröfsten Teile gar nicht ändern, sodafs auch die Beanspruchung der Schiene und der Schienendruck fast unverändert bleiben, wenn die Ergebnisse aus Gl. 22) mit denen nach Zimmermann bei $C = c'$ verglichen werden. Anders verhält sich jedoch die Schwelle, deren Berechnung nach Zimmermann zuerst erörtert werden soll.

Bei Vergleichung der die Lastverteilung darstellenden T-Linie in Textabb. 39 mit der Linie für $c' = 3$ in Textabb. 43 erkennt man, dafs die Lastverteilung fast gleichförmig ist, und dafs daher die Schwelle als Träger auf 2 Stützen aufgefafst, eine von der Zimmermannschen Berechnung nicht viel verschiedene Beanspruchung geben kann.

Minder scharf gilt dies auch für Textabb. 40 und die Linie für $c' = 8$ in Textabb. 43, weil hier die T-Linie durch die Packlage in der gemischten Linie AB begrenzt wird. Da aber die Lastverteilung in geradem Verhältnisse zur Reibungstiefe steht, so kann die Linie AB in Textabb. 40, die die Reibungstiefen unregelmäfsig entzwei schneidet, nicht mehr die wahre Lastverteilung darstellen. Dies ist in Textabb. 40 nur bei den über der Packlage liegenden Teilen der T-Linie, also in der Mitte und an den Enden der Schwelle der Fall. Deshalb mufs hier das Ergebnis aus der Berechnung als Träger auf zwei Stützen schon mehr vom Zimmermannschen Ergebnisse abweichen, als im vorigen Falle.

In Textabb. 45 ist die Schwelle als Träger auf zwei

Abb. 45.



Stützen mit um a übergreifenden Enden und der gleichförmig verteilten Last $\frac{P}{l + a}$ dargestellt.

Das gröfste Moment tritt entweder am Lastpunkte A, oder in der Mitte B auf. Nun ist $M_A = -\frac{P}{l + a} \cdot \frac{a^2}{2}$ und $M_B = \frac{P}{l + a} \cdot \left(\frac{l^2 - a^2}{2}\right)$, also ist $M_A \gtrless M_B$ mit $a \sqrt{2} \gtrless l$. Da bei 2,7 ^{m} langen Schwellen a = 60 cm, l = 75 cm, also $60 \sqrt{2} > 75$ ist, so liegt bei diesen das gröfste Moment in A, bei 2,4 ^{m} langen Schwellen wegen a = 45 und $45 \sqrt{2} = 63 < 75$, in der Mitte B.

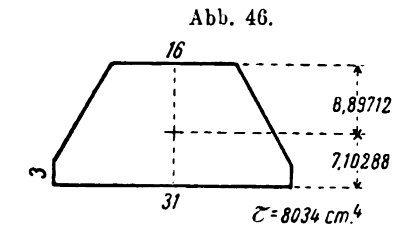
Nach Beilage 6 des auf S. 285 angeführten Werkes von Ast wird für die zwei in den Textabb. 39 und 40 dargestellten Fälle, wenn σ die gröfste Spannung in der Schwelle nach Zimmermann und σ' nach dieser Berechnung ist, für

$c' = 3$ (Textabb. 39), P = 3717 kg, $M_A = 49560$ kgcm
$\sigma'_1 = 54{,}5$ und $\sigma_1 = 54{,}3$ kg/qcm,

$c' = 8$ (Textabb. 40), P = 4494 kg, $M_A = 59920$ kgcm
$\sigma'_2 = 65{,}9$ und $\sigma_2 = 63{,}5$ kg/qcm,

womit die gröfste Abweichung σ'_2 gegen σ_2 erwiesen ist.

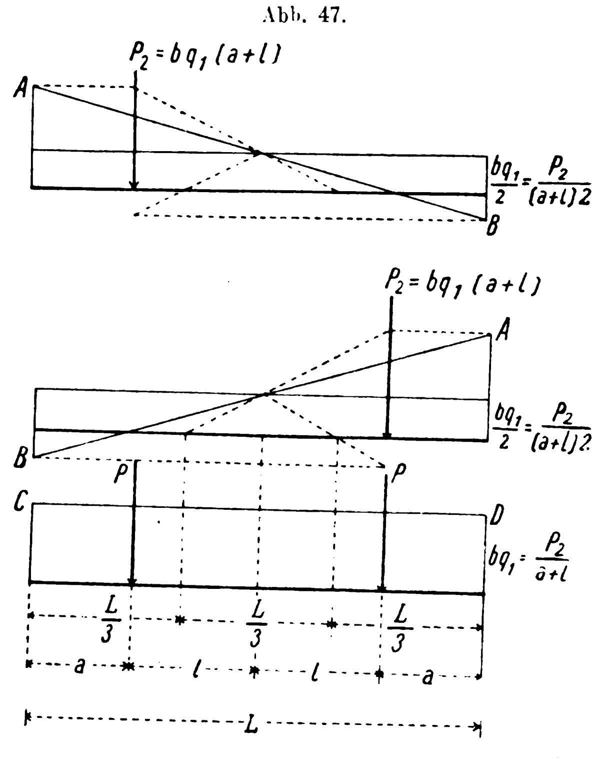
Abb. 46.



Bei den nur 2,4 ^{m} langen Schwellen zeigt die Lastverteilungs-Linie T die Häufung der Belastung an den Stützpunkten; daher wäre das für gleichförmig verteilte Last berechnete Moment viel zu grofs, es ist in diesem Falle besser, das Moment nach Zimmermann zu berechnen.

Nach vorliegender Theorie wird aber die Schwelle erst durch den Überdruck $q - d g \mathfrak{M}$ gebogen; ihre Biegungs-Beanspruchung ist daher nicht mit dem Schienendrucke P, sondern mit dem verringerten Werte $P_1 = P - b(l + a) d g \mathfrak{M}$ zu berechnen. Der Schienendruck $P = b(l + a) d g \mathfrak{M} + P_1 = b(l + a) q_1 + P_1$ besteht somit aus zwei Teilen, erstens aus $b(l + a) q_1$, das sich nach dem bekannten Gesetze von der exzentrischen Belastung (Textabb. 47) nach der Geraden AB über die

Abb. 47.



ganze starr zu denkende Schwelle verteilt, und mit dem von der zweiten Schiene herrührenden gleichen Drucke vereinigt die mittlere gleichförmig verteilte erste Grenzdruckbelastung ohne Einsenkung von der Gröfse $b q_1$ in der Linie CD gibt; zweitens aus P_1, dem verminderten Schienendrucke, der die Einsenkung und Biegung verursacht, und mit dem auch die Biegungsbeanspruchung zu berechnen ist, also für die vier Fälle der Textabb. 39 bis 42.

P = 3717, 4494, 3693, 4371 kg,
$b q_1 \cdot (l + a) = 2057$, 2057, 1829, 1829 kg,
$P_1 = 1660$, 2437, 1864, 2542 kg.

P_1 ist = 44,66 %, 54,22 %, 50,47 und 58,61 % von P; dementsprechend werden auch Moment und Beanspruchung der Schwellen geringer.

Es zeigt sich hieraus, dafs eine Verminderung der Bettung-

stärke die Schwelle entlastet und daher die Packlage in dieser Hinsicht vorteilhafter wäre; doch kann dieser Umstand nicht ausschlaggebend sein, weil die Schwelle schon nach **Zimmermann** unter der zulässigen Inanspruchnahme bleibt und nach vorstehendem noch bedeutend weniger angestrengt wird. Auch die Querkraft wird nur vom verringerten Schienendrucke P_1 hervorgerufen; denn die erste Grenzbelastung $b \cdot q_1 (l + a)$, worin $q_1 = d g \mathfrak{M}$ ist, kann weder Einsenkung noch Biegung erzeugen und hat daher auf die Scherkraft keinen Einfluſs.

Wenn eine gleichmäſsige Beanspruchung der Bettung als wohl unerreichbares Ziel hingestellt werden muſs, so kommt doch die $2{,}7^m$ lange Schwelle mit 40 cm Bettungstärke ohne Packlage diesem Ziele am nächsten. Hier kann auch mit Recht eine mittlere feste Bettungsziffer c' der Berechnung nach **Zimmermann** zu Grunde gelegt werden.

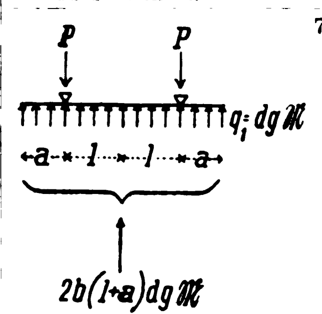
Bei der Wahl der Schwellenform ist daher weniger auf ihre nicht ausnutzbare Spannung durch die Belastung, als auf möglichst hohe Steifigkeit und genügenden Bettungseingriff d zu sehen.

Aus diesen Gründen ist der hölzerne Querschwellenoberbau mit d = 15 entschieden dem mit eisernen Schwellen von nur d = 5 cm Bettungseingriff vorzuziehen. Bei weiteren, wegen Zunahme der Radlasten nötigen Verstärkungen des Oberbaues wird dieser Übelstand noch greller hervortreten.

Denkt man sich die Schwellen in den Textabb. 39 bis 42 um ihr fest bleibendes linkes Ende gedreht, bis die für einen Bogen erforderliche Überhöhung entsteht, so wird die Linie T in Textabb. 39 und 41 ganz im Bettungsquerschnitte bleiben, in Textabb. 40 und 42 aber nur ihr rechter Teil in diesen hineinragen, während der linke auſserhalb des Bettungsquerschnittes in der Packlage und in Textabb. 42 auch in der Unterbaukrone verbleibt. Es wird also bei gleichmäſsiger Belastung beider Schienen im ersten Falle auch in Bogen ein gleichmäſsiges Eindrücken der Schwelle stattfinden, im zweiten Falle müssen aber im erhöhten Teile wegen der hier in Geltung tretenden gröſsern Reibungstiefen bis zu einem gewissen Werte der Schienenüberhöhung gröſsere Einsenkungen und daher kleinere Bettungsziffern hervorgerufen werden, als im linken Teile der Bettung. Dadurch wird sich in diesem Falle die mit Berücksichtigung der Fliehkraft gleichmäſsig belastete Schwelle im äuſsern Strange mehr senken als im innern. Dagegen wird bei Zügen, deren Geschwindigkeit geringer ist als die der Überhöhung zu Grunde gelegte, die gröſsere Belastung des innern Stranges durch die gröſsere Einsenkung des äuſsern teilweise ausgeglichen, was im ersten Falle (Textabb. 39 und 41) nicht möglich ist. Da aber die Herstellung und Erhaltung der der gröſsten Geschwindigkeit entsprechenden Überhöhung viel wichtiger ist, so ist zu empfehlen, Packlagen mit nur 30 cm Schotterbett, also H — d = 15 cm, in Bogen zu vermeiden.

XI. Rückblick.

Die auf dem Gebiete der Statik der Bettung durch die grundlegende Wegweisung **Winklers** und die verdienstvollen Arbeiten **Zimmermanns** bisher bekannten Tatsachen sollen nun den Ergebnissen der vorliegenden Forschungen als übersichtliche Schluſsbetrachtung gegenüber gestellt werden.

Bekannte Tatsachen	Grundlagen der Theorie der Bettungsziffer
1. Bettungsziffer für dieselbe Bettungstärke unveränderlich, beispielsweise für H = 40 cm c' = 3, für H = 30 cm, 40 cm mit 10 cm Packlage c' = 8. Die Abhängigkeit von den übrigen Gröſsen bleibt unbekannt.	1. Die Bettungsziffer ist auch für dieselbe Gröſse H an jeder Stelle der Biegungslinie nur dann unveränderlich, wenn die T-Linie auſserhalb des Bettungsquerschnittes liegt, sonst aber in jeder Lotrechten von d bis T veränderlich. Sie hängt von der Reibungstiefe T ab, welche wieder von der Bettungspannung q, den Bettungstoff-Werten g und $\mathfrak{M} = f[\varrho]$, dem Schwelleneingriffe d und der Unterstopfungs-Ziffer k abhängig ist.
2. Die Einsenkung ergibt sich aus $q' = c' s$, ohne Beziehung auf Schwelleneingriff und Bettungstoff.	2. Die Einsenkung bewirkt der Bettungsüberdruck $q - d g \mathfrak{M} = C s$.
3. Für s = 0 wird auch q' = 0.	3. Für s = 0 erscheint der erste Grenzwert $q_1 = d g \mathfrak{M}$.
4. Durch H > 40 cm wird bei denselben Lasten auch keine gröſsere Einsenkung hervorgerufen.	4. Die durch eine unveränderliche Last erzeugte Einsenkung vergröſsert sich bis die Unterbaukrone die Reibungstiefe T erreicht; bei weiterer Senkung, H > T, bleibt S ungeändert. Ähnliches gilt beziehungsweise für $C = \frac{q - d g \mathfrak{M}}{s}$, $c = \frac{q - d g \mathfrak{M}}{S}$, somit $C \cdot s = c \cdot S$.
5. Die 2,7 m lange Schwelle verhält sich in Bezug auf die Druckverteilung günstiger, als die 2,4 m lange.	5. Das Ergebnis ist dasselbe. Bei 40 cm Bettungstärke kann für die längere Schwelle bei den üblichen Belastungen eine mittlere feste Bettungziffer angenommen werden.
6. Über den Einfluſs des Schwellen-Eingriffes d ist nichts bekannt.	6. Bettungseingriffe der Schwellen von nur d = 5 cm sind auf Hauptbahnen von 14 t Achslast an zu vermeiden, weil unter Umständen die Grenzwerte eintreten können. Für d = 15 cm ist dies nicht zu befürchten.
7. Nach **Zimmermann** wird der volle Schienendruck $P = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} G$ im II. und $P = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} G$ im III. Belastungsfalle*) gerechnet; hierbei ist $\gamma = \frac{B}{D}$, B = der Kraft, welche die Schiene im Belastungsfalle II um 1 cm biegt, $D = \frac{c' b}{[\eta \varrho]} \sqrt[4]{\frac{4 E' J'}{c' b}}$, und G der gröſste Raddruck.	 7. Da nur der Überdruck $q - d g \mathfrak{M}$ Senkung und Biegung erzeugt, ist für die Schwellenspannung nur der verminderte Schienendruck $P_1 = P - b(l + a) q_1 = P - b(l + a) d g \mathfrak{M}$ maſsgebend. Da die Bettungsziffern C < c' werden, so wird sich die Beanspruchung der Schiene, nach **Zimmermann** gerechnet, gröſser ergeben; für die Schwelle gilt wegen $P_1 < P$ das Gegenteil.

*) **Zimmermann**: Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues.

Es mufs hier nochmals betont werden, dafs diese Abhandlung die Theorie der Bettungsziffer nicht erschöpfend behandelt, weil sie die Grundlagen zu einer solchen erst liefern will, also vorwiegend nur Richtung gebend zu wirken bestimmt ist.

Deshalb können die meisten ziffermäfsigen Ergebnisse nur vorbehaltlich ihrer Nachprüfung und Richtigstellung durch entsprechende Versuche als festgestellt angesehen werden.

Diese Versuche müfsten sich vorerst auf die Ermittelung der Grenzwerte q_2, ε und ε', dann der Senkungszahl $\varepsilon - d g \mathfrak{M}$, und hierauf der Bettungsziffer erstrecken, wozu aber nicht, wie bisher, eine, diese Werte schon gemischt enthaltende biegsame Schwelle verwendet werden darf. Eine gleichförmig belastete, somit als starr anzusehende Schwelle, deren Last allmälig gesteigert werden kann, ist zur Beobachtung dieser Vorgänge geeigneter. Auf dieses allmälige Anwachsen des Bettungsdruckes von $q_1 - d g \mathfrak{M} = 0$ bis zum Endwerte q mufs besonderes Gewicht gelegt werden, weil nur auf diese Weise den tatsächlichen Verhältnissen in der Bahn entsprochen wird, wie im Abschnitte IX bei Besprechung des Grenzwertes ε ausführlich erklärt wurde. Denn bei sofortigem Einwirken des Endwertes q wird eine Senkung σ' erzeugt, die in der Gleichung $q - d g \mathfrak{M} = \omega \, . \, \sigma'$ vorkommt; da nun dieser Bettungsüberdruck die Arbeit $(q - d g \mathfrak{M}) \sigma'$ leistet, während die durch die Senkung verursachte Arbeit der Widerstände $\frac{\omega \sigma'^2}{2}$ ist, diese beiden Arbeiten aber gleich sein müssen, so folgt aus $(q - d g \mathfrak{M}) \sigma' = \frac{\omega \sigma'^2}{2}$ $\sigma' = \frac{2(q - d g \mathfrak{M})}{\omega}$, während sich früher $s = \frac{q - d g \mathfrak{M}}{\omega}$ als Senkung bei allmälig anwachsendem Bettungsüberdrucke ergab. Somit wäre σ' doppelt so grofs als s.

Die geeignetste Versuchsbelastung wäre daher Wasserdruck. Will man dann die mittlere Bettungsziffer unmittelbar an der Schwelle in der Bahn erhalten, so könnte dies auf Grund der erfolgten Festlegung des Urwertes c für die gleichmäfsig belastete starre Schwelle geschehen. Nur dürfen dazu nicht, wie bei den Versuchen der Reichseisenbahnen, Vorrichtungen verwendet werden, die die Entfernung eines Teiles der Bettung erfordern und daher ganz veränderte Verhältnisse schaffen.*)

Durch vorstehende Ergebnisse werden die aus der Beobachtung entstandenen Bettungsquerschnitte, für gewisse Fälle nur die Packlage ausgenommen, bei den derzeitigen Radlasten nun auch theoretisch als im ganzen richtig erwiesen verifiziert. Wenn nun diese Übereinstimmung zwischen den Tatsachen und der Theorie letztere auch bestätigen, so sind ihre Ergebnisse doch vorläufig noch nicht erschöpfend.

Die angeregten theoretisch einwandfreieren Versuche werden genauere Schlüsse erlauben als hier bei ungewissen ziffermäfsigen Voraussetzungen gezogen werden konnten, doch kann dies an den Grundlagen, auf die es vor allem ankommt, nichts ändern.

Wertvoll für die Statik der Bettung ist jedenfalls die Auffindung der Grenzwerte, die schon lange vor Erschöpfung der rückwirkenden Festigkeit des Bettungstoffes eintreten. Durch sie werden die der Leistungsfähigkeit der Bettung gegenüber zulässigen Höchstwerte der Radlasten festgestellt. Der Schwerpunkt der Verwertung der hier aufgestellten Theorie liegt also in der Zukunft.

Wenn nun dieser Versuch, Professor Rebhanns Baumechanik ergänzend und weiterbauend, insbesondere seiner klassisch schönen Theorie, die seit geraumer Zeit unverdient als Aschenbrödel in der Ecke steht und kaum mehr die Anerkennung findet, die man sonst Greisen von bedeutender Vergangenheit zollt, durch berufenere Kräfte frisches Leben zuführt, damit der unverwüstliche gute Stamm neue Blüten treibe, so wird der Schüler dieses bedeutenden Mannes hinreichend entschädigt durch die Erfüllung des aus verehrendem Gedenken erwachsenden Wunsches:

»exagitet frondes immoto stipite ventus!«

*) Organ 1899, S. 293.

BEITRÄGE

ZUR

ERMITTELUNG DER ANSTRENGUNG

DER

EISENBAHNSCHIENE.

VON

J. CORNEA,

STRECKENINGENIEUR DER RUMÄNISCHEN STAATSEISENBAHNEN IN BACĂU.

MIT ZEICHNUNGEN AUF TAFEL XLIX UND 6 TEXTABBILDUNGEN.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1907.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL's VERLAG.

1907.

Beiträge zur Ermittelung der Anstrengung der Eisenbahnschiene.

Von **J. Cornea,** Streckeningenieur der rumänischen Staatseisenbahnen in Bacău.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XLIX.

Der vorliegende Aufsatz enthält einen neuen Versuch, die ungünstigste Belastung der Eisenbahnschiene zu ermitteln, eine Aufgabe, die schon viele Bearbeitungen erfahren hat, und deren endgültige Lösung noch aussteht. Immerhin hofft der Verfasser, diese Lösung in den Augen der Fachgenossen durch seine Arbeit zu fördern.

I. Allgemeine Betrachtungen über die Schienenspannung.

Die Biegungspannungen in einem wagerechten Stabe, auf den lotrechte Kräfte wirken, lassen sich durch die bekannte Gleichung ausdrücken

$$\sigma = \frac{Me}{J}.$$

σ bedeutet die Spannung der Flächeneinheit des Querschnittes in der Richtung der Längsachse und in der äufsersten Faser. Sie ist Zug- oder Druck-Spannung, je nachdem die Faser auf der gewölbten oder auf der hohlen Seite der Biegung liegt.

M ist das Biegungsmoment der äufseren Kräfte, J das Trägheitsmoment des zur Längsachse rechtwinkeligen Querschnittes des Stabes in Bezug auf dessen wagerechte Schwerachse, und e die Entfernung der äufsersten Faser von dieser Achse.

Der Bestimmung des Momentes stehen folgende Schwierigkeiten entgegen:

1. die wirkenden Lasten sind nach Gröfse und Richtung nicht sicher bekannt und ihrer Reihenfolge nach äufserst verschieden;
2. die Schwellen bilden keine festen Stützen, sie können von der Bettung abgehoben und in diese eingedrückt werden. Der Widerstand gegen diese Hebung und Setzung ist nicht immer genau festzustellen;
3. der Schienenstrang ist nicht gleichartig, er wird durch die Stöfse und die verschiedenartige Befestigung und Verteilung der Schwellen gestört.

Man könnte auch eine andere Gleichung verwenden, um die Inanspruchnahme mit Umgehung des Biegungsmomentes zu bestimmen, nämlich die bekannte Gleichung

$$-\frac{1}{\varrho} = \frac{M}{E \cdot J}, \quad M = -\frac{EJ}{\varrho}, \text{ also } \sigma = -\frac{E \cdot e}{\varrho}.$$

Darin ist E die Elastizitätszahl, ϱ der Krümmungshalbmesser der elastischen Linie. Das — Zeichen bedeutet, dafs, wenn e nach dem Mittelpunkte des Krümmungskreises gemessen wird, σ Druckspannung bedeutet und umgekehrt.

Diese Gleichung ist von dem Biegungsmomente befreit, und von den Querschnittsmafsen enthält sie nur e. Zum Zwecke ihrer Anwendung auf die Schiene wäre ϱ durch Beobachtung der Krümmung der Schiene unter den überrollenden Lasten zu bestimmen.

Leider sind aber die dazu nötigen Vorrichtungen sehr verwickelt, und daher die bislang veröffentlichten Aufnahmen zu unvollständig, um eine sichere Feststellung von ϱ zu ermöglichen.

Die Beobachtungen von Flamanche, Huberts, Coüard und Ast beschränken sich auf die elastische Senkung nur einzelner Punkte, also eignen sich diese Beobachtungen zur Ermittelung der Krümmung der Schiene nicht.

Auch A. Wasiutynski hat bei seinen im Jahre 1897/8 mit vieler Sorgfalt an der Warschau-Wiener Bahn ausgeführten Aufnahmen nach seiner eigenen Angabe*), aus Mangel einer genügenden Zahl von Vorrichtungen, nur die gegenseitige augenblickliche Stellung zweier Punkte aufnehmen können, und so war er genötigt, aus den in verschiedenen Zeiten und durch verschiedene Verkehrsmittel hervorgebrachten Formänderungen das wahrscheinliche Bild der elastischen Linie näherungsweise abzuleiten.

Die auf der Bekanntschaft des Krümmungshalbmessers beruhende Gleichung ist also vorläufig nicht verwendbar, man mufs auf die theoretische Ermittelung der Momente eingehen.

Die erwähnten Schwierigkeiten der Lösung mufs man teils beseitigen, teils zu umgehen trachten, indem man nicht die allgemeinste Lösung anstrebt, sondern nur die Sonderfälle ins Auge fafst, die die gröfste Spannung der Schiene hervorrufen.

Zur Erreichung dieses Zieles werden folgende Vereinfachungen eingeführt.

1. Nur die lotrechten Kräfte werden berücksichtigt, da sie die gröfsten sind. Von den vielen Möglichkeiten der Reihenfolge der Lasten wird nur die ungünstigste Verteilungsweise derselben im Sinne der Erzeugung der gröfsten Momente berücksichtigt.
2. Die Schwellen werden zwar als bewegliche betrachtet, aber zunächst nur nach aufwärts, indem eine starre Bettung vorausgesetzt wird, von der die Schwellen zwar abgehoben, in die sie aber nicht eingedrückt werden können. Später soll dann auch der Einflufs der Elastizität des Bettes berücksichtigt werden.
3. Die Verlaschung der Schienen kann einen verschiedenen Grad der Vollkommenheit besitzen. Hier wird entweder ganz volle oder Fehlen der Verlaschung vorausgesetzt, je nachdem das gröfsere Moment entsteht.

II. Geschichtliche Übersicht.

In der ersten Zeit des Eisenbahnbaues bestanden die Schienen aus kurzen gufseisernen, an beiden Enden unterstützten Abschnitten. Diese wurden bald durch längere schweifseiserne Schienen verdrängt, die aber immer noch an beiden Enden aufgelagert wurden und zur Erzielung genügender Stärke die Form eines Fischbauch-Trägers erhielten.

*) Beobachtungen über die elastischen Formänderungen des Eisenbahn-Gleises. Von Alexander Wasiutynski. Organ für die Fortschritte d. Eisenbahnwesens, XXXVI. Band, 1899. Wiesbaden, C. W Kreidels Verlag.



Bei diesen Schienen war das Biegungsmoment richtig durch die Gleichung ausgedrückt:

$$M = \frac{G\,l}{4},$$

worin G die Radlast, l die Entfernung der Stützen bezeichnet.

Die Mängel der zahlreichen Schienenstöſse führten zur Verlängerung der Schienen, die aber nun der Stützung in mehreren Punkten ihrer Länge bedurften. Deshalb und um den Druck auf den ganzen Bahnkörper zu verteilen, unterstützte man die Schiene entweder durch Langschwellen, durch unterlegte Einzelblöcke oder durch mehrere Quer-Schwellen. Gleichzeitig verband man die Schienenenden mit Laschen, die anfangs nur den Zweck hatten, die seitliche Verschiebung der Schienenenden gegeneinander zu verhindern.

In dieser Gestalt entsprach die Schiene einem durchlaufenden Träger, ihre Berechnung wurde nun schwieriger. Bei Querschwellen-Unterstützung wurde das Moment in einer mittlern Öffnung als das arithmetische Mittel zwischen den Momenten eines frei aufliegenden und eines an beiden Enden fest eingespannten Trägers angenommen

$$M_m = \frac{M + \mathfrak{M}}{2}; \quad M = \frac{1}{4}\,Gl, \; \mathfrak{M} = \frac{1}{8}\,Gl,$$

$$M_m = \frac{3}{16}\,Gl = 0{,}1875\,Gl.$$

In der Endöffnung am Stoſse, deren eines Ende frei aufliegt, wurde das Moment wieder als das arithmetische Mittel zwischen dem Momente der Mittelöffnung und dem des frei aufliegenden Trägers mit $M_1 = \frac{M_m + M}{2} = \frac{3}{16}\,Gl_1 + \frac{1}{4}\,Gl_1 = \frac{7}{32}\,Gl_1 = 0{,}2188\,Gl_1$ angenommen, worin l_1 die Weite der Endöffnung bezeichnet. Durch Anbringung stärkerer Stoſs-Laschen und Anwendung breitfüſsiger Schienen, bei denen sich die Laschen dem Schienen-Querschnitte besser anschmiegen, hoffte man vollständige Gleichartigkeit des Schienenstranges zu erreichen. Dabei erschien dann die Anordnung schwebender Stöſse berechtigt.

Da sich aber die in die Stoſsausbildung gesetzten Erwartungen nicht bestätigten, führte man für das Moment der Stoſsöffnung die Gleichung eines einseitig eingespannten Freiträgers $M_0 = -\frac{1}{2}\,Gl_0$ ein, worin l_0 die Teilung der Stoſsschwellen bezeichnet.

Lange Zeit wurden diese Gleichungen als zur Berechnung des nötigen Schienenquerschnittes hinreichend betrachtet, sie werden stellenweise noch heute verwendet. Der Ausdruck für das Moment über der ersten Schwelle neben dem Stoſse $M_0 = \frac{1}{2}\,Gl_0$ ist bis jetzt von keiner Seite angefochten. Die Gleichung für diese Mittelöffnungen $M_m = \frac{3}{16}\,Gl = 0{,}1875\,Gl$ entspricht dem gröſsen Momente eines unendlichen auf gleich hohen Stützen liegenden Trägers unter der bis jetzt anerkannten ungünstigsten Belastung, d. h. in der Mitte jedes zweiten Feldes ruhend. Folglich findet auch die dritte Gleichung $M_1 = \frac{7}{32}\,Gl_1$ ihre Berechtigung.

Dr. E. Winkler untersuchte diese Gleichungen und fand das gröſste Moment

$$M_m = 0{,}1888\,Gl^{*)}$$
$$M_1 = 0{,}2190\,Gl.$$

Diese Ergebnisse Winklers weichen also von den geschätzten Gleichungen nicht wesentlich ab, können aber auch noch nur als Näherungswerte angesehen werden, denn sie berücksichtigen sehr viele Nebenwirkungen: die lotrechten Stöſse, die Lastvergröſserung durch wagerechte Kräfte, den Einfluſs der Bewegung der Last auf der durch Biegung der Schiene gekrümmten Bahn noch nicht. Winkler setzt deshalb selbst ein vergröſsertes Moment $M_I = 0{,}1888\,(G + C)\,l$ ein:

$$M_{mI} = M\left(1 + \frac{C}{G}\right); \quad C = \frac{M_{mI}\,G\,c^2}{E\,J\,g}$$

$$M_{mI} = \frac{M_m}{1 - 0{,}188\,\frac{Gl\,c^2}{E\,J\,g}} = \frac{M_m}{1 - M_m\,\frac{c^2}{E\,J\,g}}\;^{**)}$$

worin c die Fahrgeschwindigkeit, g = die Erdbeschleunigung bedeutet. Auch in Bezug auf diese Gleichung bemerkt Winkler: »Durch die Eindrückung der Schwellen wird der Einfluſs der Krümmung der Bahn etwas vermindert, weil die Last nicht so hoch herabfällt, indem die Schwellen, wenn über ihnen das Rad liegt, stärker eingedrückt sind, als wenn das Rad die Mitte des Feldes erreicht hat.«

Diese Zweifel und die Steigerung der Anforderungen an die Schiene haben neue Versuche schärferer Untersuchung durch Theorie und Erfahrung veranlaſst.

Die Erfahrung lehrte, daſs die Spannung der Schiene in der Tat höher ist, als man nach den theoretischen Formeln annehmen konnte.

Man versuchte Berichtigungsziffern in die Momentengleichungen einzuführen und diese theoretisch zu begründen. Bei diesen Untersuchungen stellte sich heraus, daſs die von der Fahrgeschwindigkeit abgeleitete Gewichtsvermehrung auf gekrümmter Bahn unbedeutend ist oder gar verschwindet.

Das sehr empfindliche Beobachtungsverfahren Wasiutynskis, der die Schätzung von 0,001 mm Senkung gestattete, zeigte keine Senkungsunterschiede zwischen 20 und 70 km/St. Geschwindigkeit.

Viel bedeutender zeigte sich die Gewichtsvermehrung der Radlasten durch die Zusatzwirkungen der Fahrzeuge bei ihrer Bewegung als Folge der Art des Triebwerkes, der Unebenheiten der Bahn und der Beunruhigung durch die Schienenstöſse. Diese lotrechten Zusatzwirkungen konnten aus den Federsenkungen unmittelbar abgelesen werden. Sie erwiesen sich am gröſsten bei den dreiachsigen Lokomotiven. Durch die aufgezeichneten Schaulinien der Federsenkungen konnte ermittelt werden, daſs diese Vergröſserung bei den Vorderrädern bis zu 130 %, bei den Hinterrädern bis zu 74 % der Last beträgt. Bei vierachsigen Lokomotiven vermindert sich der Zuschlag auf etwa 30 %, bei Lokomotiven mit Laufachse oder Drehgestell vorn kann dieser Zusatz vernachlässigt werden.

Bei zwei- und dreiachsigen Wagen soll der Zuschlag nicht

*) Vorträge über Eisenbahnbau. Dr. E. Winkler. Prag 1875. Verlag von H. Dominicus.

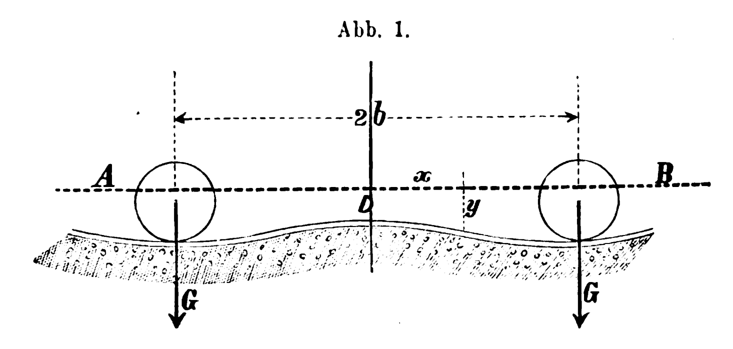
**) Mit M_m wird das Moment bei ruhender Last bezeichnet.

$5\,^0/_0$ bis $10\,^0/_0$ übersteigen. Aber auch die Einführung der so erhaltenen Gewichtsvermehrung in die angeführten Gleichungen hatte keine befriedigenden Ergebnisse. Bleibende Formänderungen der Schiene bewiesen, dafs sie über die Elastizitätsgrenze hinaus angestrengt ist, was durch die aufgestellten Gleichungen nicht nachgewiesen wird.

Die Theorie nahm nun eine neue Quelle von Spannungen in Untersuchung, nämlich die bisher vernachlässigte elastische Senkung der Schienen-Unterlagen aus der Verbiegung der Schwellen und der Nachgiebigkeit der Bettung und des Untergrundes. Man bemühte sich, das Elastizitätsmafs, d. h. den elastischen Widerstand der Flächeneinheit dieser stützenden Teile zu bestimmen. Dann wurden Formeln aufgestellt, um den Einflufs dieser elastischen Senkung zu berücksichtigen.

Eine allgemeine Gleichung dieser Art wurde zuerst von E. Winkler aufgestellt und zur Berechnung des Langschwellen-Oberbaues angewendet (Textabb. 1).

Abb. 1.



Ist p die Pressung auf die Einheit der Schwellengrundfläche, so wird die Senkung y der Schwelle in geradem Verhältnisse zu dieser Pressung angesetzt: $p = C\,y$, wobei C den elastischen Widerstand der Bettung für die Einheit der Fläche und der Senkung bedeutet. Bei der Schwellenbreite b wird der Druck für die Längeneinheit $p\,b = C\,b\,y$.

Die Differenzial-Gleichung der elastischen Linie lautet: $-\frac{d^2 y}{d y^2} = \frac{M}{EJ}$, $-\frac{d^4 y}{d x^4} = \frac{1}{EJ}\frac{d^2 M}{d x^2}$, und da $\frac{d M}{d x} = Q$ gleich der Querkraft und $\frac{d Q}{d x} = \frac{d^2 M}{d x^2} = b\,p$:

Der vierte Differenzialquotient der elastischen Linie ist also: $-\frac{d^4 y}{d x^4} = \frac{1}{EJ}\,b\,p = \frac{C\,b}{EJ}\,y$.

Die Integration dieser Gleichung liefert:

$$y = \frac{G\,k}{2\,C\,b\,B}\left[\{(e^{kl} + e^{-kl})\sin kl + (e^{kl} - e^{-kl})\cos kl)\}(e^{kx} + e^{-kx})\cos kx + \{(e^{kl} + e^{-kl})\sin kl - (e^{kl} - e^{-kl})\cos kl)\}(e^{kx} + e^{-kx})\sin kx\right],$$

in welcher Gleichung zur Abkürzung $k = \sqrt[4]{\frac{C\,b}{H\,E\,J}}$ und $B = e^{2kl} + e^{-2kl} - 2\cos 2\,kl$ gesetzt wurde. Die Gleichung des Momentes ist:

$$M = -\frac{G}{4\,B}\left[\{(e^{kl} + e^{-kl})\sin kl + (e^{kl} - e^{-kl})\cos kl\}(e^{kx} - e^{-kx})\sin kx + \{(e^{kl} + e^{-kl})\sin kl - (e^{kl} - e^{-kl})\cos kl\}(e^{kx} + e^{-kx})\cos kx\right].$$

Diese Gleichungen beziehen sich auf Langschwellen, und l bezeichnet die halbe Lastentfernung.

Diese Formel schien nun alle die vorliegenden Umstände der Schiene zu berücksichtigen. Man strebte nur, die zugehörigen Wertziffern zu ermitteln, wie auch den Gleichungen eine übersichtlichere Form zu geben. Hier sind die Arbeiten L. Hofmanns, Lehwalds und Rieses, G. Schwartzkopfs zu nennen, die das wenig erfreuliche Ergebnis hatten, dafs bei der Bestimmung der Trägerwirkung der Schiene*): »abgesehen »von der Unsicherheit der Theorie der Biegung im allgemeinen, »der Umstand, dafs zur Ermöglichung einer theoretischen Be»handlung meistens Annahmen gemacht werden müssen, welche »sich mit den wirklichen Verhältnissen wenig decken, eine grofse »Genauigkeit der Rechnung entbehrlich macht und eine Verein»fachung der ziemlich verwickelten strengen Formeln wünschens»wert ist.«

Bei diesem Stande der Sache befürwortet hiergegen Dr. H. Zimmermann**) »die Anwendung der strengen Formeln, die bei Benutzung geeigneter Hülfstafeln keineswegs sehr umständlich ist.« Ferner sagt er: »Da der Gebrauch der Näherungs-Formeln in manchen Fällen entweder langwierige Untersuchung über deren Genauigkeitsgrad erfordert oder zu täuschenden Ergebnissen führen kann, so dürften die genauen Formeln im allgemeinen zu bevorzugen sein.«

Dr. H. Zimmermann wendet die Winklerschen Gleichungen zur Berechnung jener Oberbau-Bestandteile an, die auf ihrer ganzen Länge aufliegen, wie Lang- und Querschwellen und Schienen-Laschen. Obwohl er zahlreiche Hülfstafeln mit Zahlenwerten und Schaulinien mitteilt, mufste er zur Berechnung der Schienen mit Querschwellen-Oberbau auf die Clapeyronschen Gleichungen zurückgreifen und bei Aufstellung seiner »Grundgleichungen für den Träger auf elastischen Stützen« den von Winkler und Löwe gezeigten Weg einschlagen. Zum Schlusse ist er genötigt, sich mit »Allgemeinen Näherungs-Formeln für das gröfste Moment« zu begnügen. Nach Zimmermann ist:

$$M = \frac{8\gamma + 7}{4\gamma + 10}\;\frac{G\,a}{4}.$$

Die Grundlage dieser Formel bildet der auf nur vier Stützen liegende Stab bei Mittelbelastung durch eine Einzel-Last, sie entspricht also der tatsächlichen Belastung der Schienen nicht. — Für den Zahlenwert γ gibt Zimmermann

bei $C = 3$ bis 8,

» $\gamma = 1{,}28$ bis $0{,}83$,

also folgt für das gröfste Moment

$$M_{max} = 0{,}32\;Ga \text{ bis } 0.225\;Ga.$$

Dafs dieses zwischen weiten Grenzen angegebene Ergebnis den Erfordernissen des Bahnbaues noch nicht entspricht, leuchtet ein. Man gewinnt aus der Fassung des Werkes den Eindruck, dafs auch der Verfasser das Erzielte noch nicht als abschliefsende Lösung ansieht.

*) Schwartzkopf, Der eiserne Oberbau. 1882.

**) Die Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues von Dr. H. Zimmermann. — Berlin 1888.

Weiter ist noch der theoretischen Forschungen F. Loewes*) zu gedenken. Über sie spricht sich Zimmermann (S. 230) wie folgt aus:

»In der Tat kann M, wie Loewe gezeigt hat, schon unter gewöhnlichen Verhältnissen den Wert 0,3 Pa**) annehmen, ausnahmsweise aber etwa bis 0.4 Pa steigen. Das Verfahren, welches der genannte Forscher anwendet, beruht allerdings teilweise auf ziemlich unsicheren Schätzungen, deren Richtigkeit schon in Zweifel gezogen worden ist.«

Wenn sich Zimmermann so zweifelnd über die Forschungen Loewes äufsert, so ist doch hervorzuheben, dafs das Verfahren Loewes an Klarheit und Folgerichtigkeit nichts zu wünschen übrig läfst. Er stellt keine allgemeinen Näherungs-Gleichungen auf und beschränkt sich auf die strenge Anwendung der Clapeyronschen Gleichungen zur Berechnung der Momente bei der Belastung der Schiene mit verschiedenen bayerischen Lokomotiven, indem er die elastische Senkung der Stützen in Rechnung zieht. Auch bei dem Verfahren der Berechnung der Stützen-Senkungen hält er sich streng an Winklers elastische Linie der Schwelle. Somit haben die Forschungen Loewes einen unbestreitbaren Wert, und die Zweifel Zimmermanns erscheinen nicht begründet, obwohl die Loeweschen Ergebnisse mit denen der Zimmermannschen Näherungs-Formeln nicht immer übereinstimmen.

Beide Forscher zeigen eine grofse Anhänglichkeit an die Winklerschen Belastungs-Fälle, die sie bei der Bestimmung des gröfsten Momentes beibehielten. Loewe erkennt dies ausdrücklich an, und er führt, um gröfsere Werte zu erhalten, aufsergewöhnliche Bahnzustände ein, wie ungleich harte Unterstopfung oder Hohlliegen einzelner Schwellen. Bei diesen Voraussetzungen erhält er Momente bis zu 0,44644 P.l. bei Belastung durch eine einzelne Last, und bis 0,4309 P.l. bei Belastung durch die Lokomotive.

Loewe sagt selbst bezüglich seiner Ergebnisse folgendes: »Erklären wir nun eine Stützensenkung von 6 mm unter einem Raddrucke von 7000 kg als keineswegs übermäfsig, wodurch dann eine Bettungskonstante C = rund 14 zur Anerkennung käme (und damit möchten wohl die Betriebs-Ingenieure einverstanden sein), so lassen sich weiter auch folgende Sätze vertreten:

»Es ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, dafs an dem Holzquerschwellen-Oberbaue der bayerischen Staatsbahnen:

a) durch ruhig stehende dreiachsige Lokomotiven CIII unter ganz normalen Verhältnissen Angriffs-Momente von der Gröfse

$$\mathfrak{M} = 0{,}2150\ (6600 \,.\, 90)\ \text{kgcm}$$

b) ebenso durch eine zweiachsige Lokomotive Momente bis zu

$$\mathfrak{M} = 0{,}2800\ (6600 \,.\, 90)$$

hervorgerufen werden.

Über einer hohl gelagerten Schwelle kann schon die dreiachsige Lokomotive CIII Angriffe von der Gröfse rund

$$\mathfrak{M} = 0{,}3500\ (6600 \,.\, 90)$$

bewirken. Die dreiachsige Lokomotive DV liefert noch gröfsere Werte

$$\mathfrak{M} = 0{,}3800\ (6600 \,.\, 90)$$

und die zweiachsige DIV sogar Angriffs-Momente bis zu dem Betrage von

$$\mathfrak{M} = 0{,}39990\ (6600 \,.\, 90).«$$

Die Zurückhaltung Loewes in der Bewertung dieser Formeln geht so weit, dafs er statt der Buchstaben P und a deren Einzelwerte einsetzt, um jeden Schein allgemeiner Gültigkeit zu vermeiden.

Nach Abschlufs seines strengen rechnerischen Verfahrens untersucht Loewe den Einflufs des Bewegtseins der Verkehrslasten und zwar:

a) auf die Zunahme φ_1 der Raddrücke infolge der Bewegungen der Lokomotive,

b) auf die lotrechte Fliehkraft und Stofswirkung der bewegten Lasten φ_2,

c) auf den Wechsel der Gröfse der Spannung φ_3,

und somit erhält er für das Moment bei einer dreiachsigen Lokomotive

$$M = 0{,}2150\ (1 + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3)\ 6600 \,.\, 90.$$

Die Gröfsen φ_1 φ_2 φ_3 schätzt Loewe auf $\varphi_1 = 0{,}25$, $\varphi_2 = 0{,}69$ und $\varphi_3 = 1$, so dafs nach diesen Schätzungen

$$1 + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 2{,}94$$

wird. Bei regelmäfsigem Bahnzustande lautet also der Ausdruck für das Moment

$$M = 2{,}94 \,.\, 0{,}2150 \,.\, Pl = 0{,}6321\ Pl$$

und bei Mängeln in der Bahnlage

$$M = 2{,}94 \times 0{,}3800\ Pl = 1{,}0271\ Pl.$$

Es würde zu weit führen, wenn hier eine eingehende Beurteilung der aufgeführten Arbeiten und eine erschöpfende Darstellung der diese Frage betreffenden Veröffentlichungen*) unternommen würde. Als wichtige Ergebnisse des Mitgeteilten sind die folgenden namhaft zu machen.

Das Moment beträgt:

nach der schätzenden Formel $M_m = 0{,}1875$ Gl
nach Winkler . . . . $M = 0{,}1888$ Gl
nach Zimmermann . . $M = 0{,}255$ bis 0.32 Gl
nach Loewe . . . . . $M = 0{,}215$ bis $0{,}3999$ Gl

und bei bewegten Lasten

nach Loewe . . . . . $M = 0{,}6321$ bis $1{,}0272$ Gl

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, wie wünschenswert ein klarer Einblick in den Einflufs der Radwirkung der Fahrzeuge auf die Eisenbahnschiene ist; denn es kann dem Betriebs-Ingenieur, der die Verantwortung für die Sicherheit der Bahn trägt, nicht gleichgültig sein, ob die Schiene mit 1000 kg/cm nach der ersten Gleichung oder mit 5500 kg/cm nach der letzten beansprucht wird. Deshalb nimmt der Verfasser diese wichtige Frage von neuem auf.

*) Zur Frage der Betriebsicherheit der Eisenbahngleise, speziell der wirklichen Anstrengungen der Fahr-Schiene. F. Loewe. — Wiesbaden. C. W. Kreidels Verlag. 1883. Sonderdruck aus Organ 1883, S. 125. 177.

**) P ist Raddruck, a die Schwellenteilung.

*) Besonders hervorzuheben ist noch aus neuester Zeit die Arbeit von Vianello, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1904, I, S. 128, 161, in der die zeichnerische Behandlung des durchlaufenden Trägers auf die elastische Stützung ausgedehnt wird.

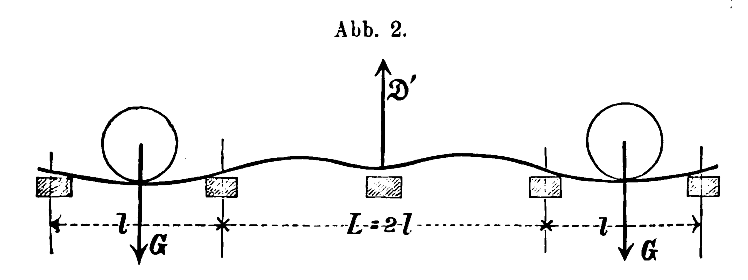


III. Ungünstigste Belastungsweise.

Gemäfs dem in der Einleitung Gesagten soll nur die auf Querschwellen gelagerte Schiene untersucht werden.

Werden die Schwellen zunächst als starre Stützen betrachtet und die bekannten Gleichungen des durchlaufenden Trägers für verschiedene Lastverteilung auf sie angewendet, so wird der Schwellendruck bei Belastung jedes dritten Feldes nach Textabbildung 2 auf der mittlern Schwelle ein Negativ, die Schiene hat das Bestreben, die Schwelle emporzuheben.

Abb. 2.



Winkler berechnet, dafs die aufwärts wirkende Kraft D für eine Schiene bis auf 1700 kg steigt. Da nun das Eigengewicht der Schiene und der halben Schwelle nebst der Schotterreibung auf höchstens 100 bis 150 kg geschätzt werden kann, so bleibt noch eine anlüftende Kraft von 1550 bis 1600 kg über, die die Schwelle hebt, bis Gleichgewicht eintritt.

Bei diesem Verhalten der Schiene können die unbelasteten Felder nicht als zwei Öffnungen angesehen werden, sondern nur als eine der Länge $L = 2\,l$, die in der Mitte mit dem Schwellen-Gewicht belastet ist.

Hebt sich nun die Mittelschwelle, so werden sich die Lastangriffspunkte senken, das Angriffsmoment wird also gröfser.

Sind zwischen den Lasten mehrere, etwa n-Öffnungen unbelastet, so werden $n - 1$ Schwellen angehoben, der Abstand der Radlasten ist dann $a = (n + 1)\,l$, und die unbelasteten Schwellen liefern eine Reihe von Lasten p in der Teilung l.

Die Zahl n kann aber nicht beliebig wachsen, denn bei einem gewissen Lastabstande a wird der Schienenteil zwischen den Radlasten durch die daran hängenden Schwellen niedergedrückt und in entgegen gesetztem Sinne gebogen.

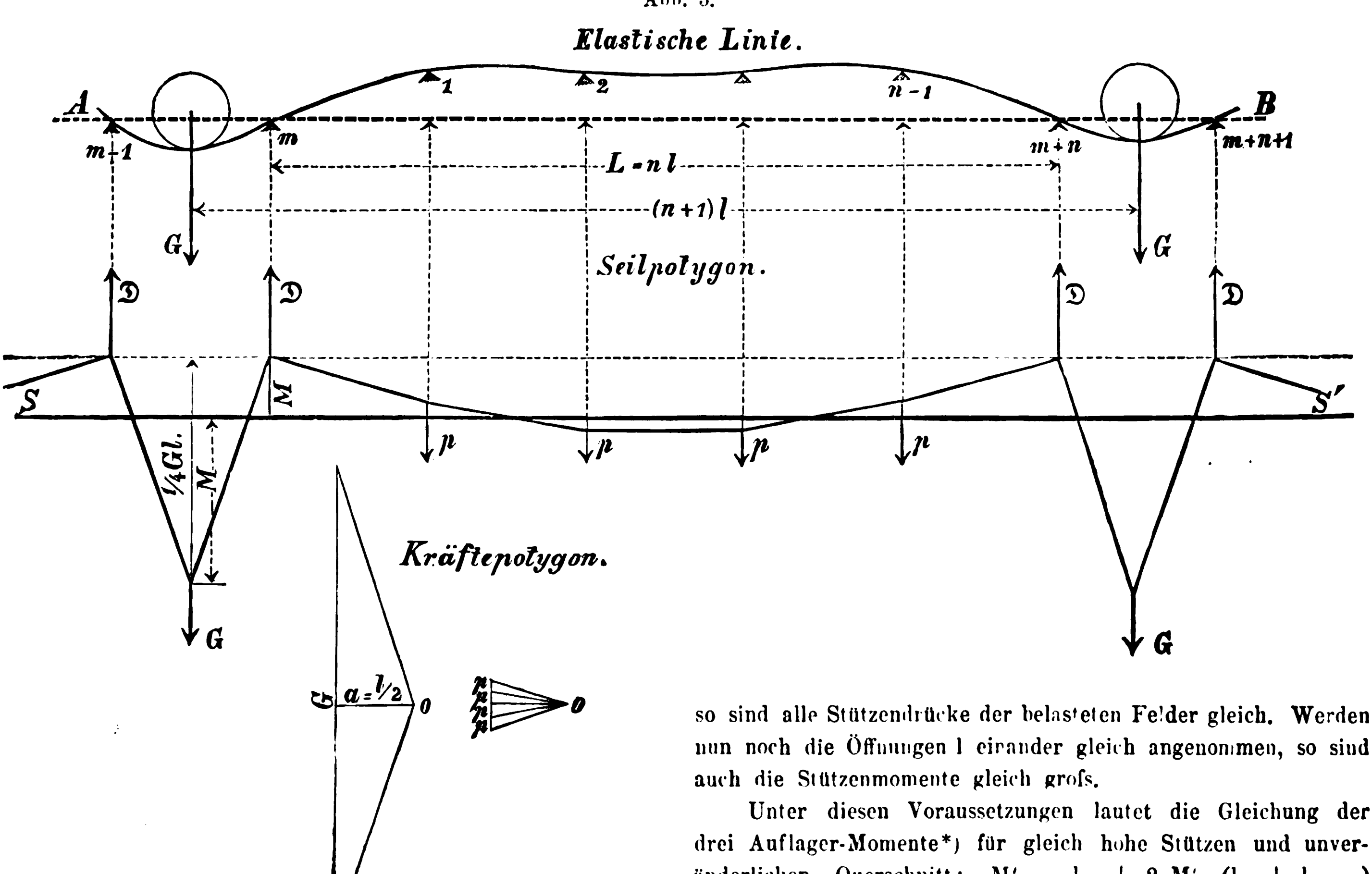
Um das gröfste Moment zu finden, mufs die Gleichung der Momente innerhalb dieser Grenze aufgestellt werden.

Die Radlasten G in der Mitte jedes $(n + 1)$ ten Feldes und das Schwellengewicht p seien gegeben, dann kann nach Textabb. 3 die Momentendarstellung als Seileck ermittelt werden, wenn die Höhenlage der Schlufslinie SS^1 feststeht.

Auch dies könnte zeichnerisch geschehen, doch mag hier der leichter nachzuprüfende Weg der Rechnung eingeschlagen werden.

Wird die Schiene als voll verlascht, daher unendlich lang, und jede Last G als mitten in einem Felde stehend angenommen,

Abb. 3.



so sind alle Stützendrücke der belasteten Felder gleich. Werden nun noch die Öffnungen l einander gleich angenommen, so sind auch die Stützenmomente gleich grofs.

Unter diesen Voraussetzungen lautet die Gleichung der drei Auflager-Momente*) für gleich hohe Stützen und unveränderlichen Querschnitt: $M'_{m-1}\,l_m + 2\,M'_m\,(l_m + l_{m+1}) + M_{m+1}\,l_{m+1} = \mathfrak{N}''_m\,l_m + \mathfrak{N}'_{m+1}\,l_{m+1}$, $\mathfrak{N}'' = \mathfrak{M}' + 2\,\mathfrak{M}''$;

*) Winkler, Brückenbau.

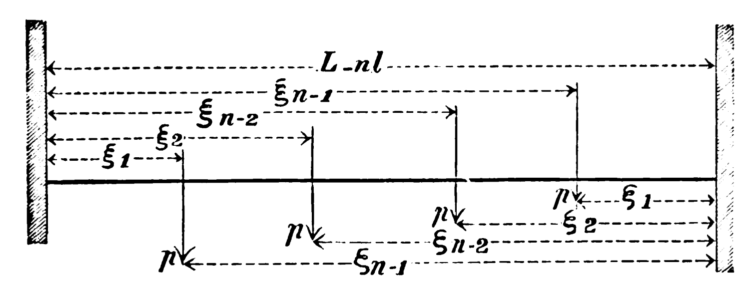
$\mathfrak{N}' = 2\,\mathfrak{M}' + \mathfrak{M}''$. $\mathfrak{M}$ bedeutet das Auflager-Moment eines wagerecht eingespannten Trägers, das durch die Belastung der entsprechenden Öffnung hervorgerufen werden würde, und zwar: $\mathfrak{M}'$ am linken, $\mathfrak{M}''$ am rechten Auflager. Wegen vollständiger Symmetrie wird $M'_{m-1} = M'_m = M'_{m+1} = M'$, $l_m = l$, $l_{m+1} = n\,l$, $\mathfrak{M}'_m = \mathfrak{M}''_m = \mathfrak{M}_1$ für die kleine und $\mathfrak{M}'_{m+1} = \mathfrak{M}''_{m+1} = \mathfrak{M}_2$, demnach wird $\mathfrak{N}''_m = 3\,\mathfrak{M}_1$; $\mathfrak{N}'_{m+1} = 3\,\mathfrak{M}_2$, und die allgemeine Gleichung lautet für diesen Fall:

$$\text{Gl. I)} \quad\ldots\ldots\ldots\quad M' = \frac{\mathfrak{M}_1 + n\,\mathfrak{M}_2}{n+1}.$$

Für die kleine Öffnung ist weiter $\mathfrak{M}_1 = -\frac{G\,l}{8}$. In der grofsen Öffnung ist nach Textabb. 4

$$\mathfrak{M}_2 = -\frac{p}{L^2}\left(\xi_1\zeta_1^2 + \xi_2\zeta_2^2 + \xi_3\zeta_3^2 \;\ldots\; + \xi_{m-1}\,\zeta_{m-1}^2\right).$$

Abb. 4.



Da nun $\xi_1 = l,\ \xi_2 = 2\,l,\ \xi_3 = 3\,l,$

$\zeta_1 = (n-1)\,l,\ \zeta_2 = (n-2)\,l,\ \zeta_3 = (n-3)\,l,$

und $L = n\,l$ ist, so wird

$$\mathfrak{M}_2 = -\frac{p\,l}{n^2}\,[(n-1)^2 + 2\,(n-2)^2 + 3\,(n-3)^2 \ldots (n-2)$$
$$[n-(n-2)]^2 + (n-1)\,[n-(n-1)]^2$$

oder nach ausgeführter Summierung

$$\mathfrak{M}_2 = p\,l\left(\frac{n^2-1}{12}\right).$$

Setzt man diese Werte $\mathfrak{M}_1$ und $\mathfrak{M}_2$ in Gl. I) ein, so folgt für das Auflagermoment:

$$\text{Gl. II)} \quad\ldots\ldots\quad M' = -\frac{G\,l}{24}\,\frac{3 + 2\,n\,(n^2-1)\,\frac{p}{G}}{n+1}.$$

Werden in Textabb. 3 die Momente unter der Schlufslinie positiv, über ihr negativ genannt, so ist der Wert M^1 über der Schlufslinie aufzusetzen. Für bestimmte Werte von n und $\frac{p}{G}$ ist M^1 durch diese Gleichung angegeben, also liegt das ganze Seileck fest.

Das Moment im Kraftangriffspunkte wird nach dem Seilecke

$$M = \frac{1}{4}\,G\,l + M'.$$

Obwohl M' in Textabb. 3 von der Gröfse $\frac{1}{4}$ Gl abzuziehen ist, ist doch + gesetzt, um für die Momente einheitliche Vorzeichnung durchzuführen. Die Formel für M lautet:

$$\text{Gl. III)}\quad M = \frac{1}{24}\,G\,l\left(6 - \frac{3 + 2\,n\,(n^2-1)\,\frac{p}{G}}{n+1}\right).$$

Aus Gl. III) kann der Wert von n bestimmt werden, bei dem das Moment M seinen gröfsten Wert erreicht, indem der kleinste Wert des abzuziehenden Gliedes ermittelt wird:

$$\frac{\delta\left(\frac{3}{n+1} + 2\,n\,(n-1)\,\frac{p}{G}\right)}{\delta\,n} = 0 \text{ gibt:}$$

$$-\frac{3}{(n+1)^2} + 2\,(2\,n-1)\,\frac{p}{G} = 0$$

$$(n+1)^2\,(2\,n-1) = \frac{3}{2}\,\frac{G}{p}.$$

Ist nun $p = 100$. kg, $G = 6600$ kg, so wird

$$(n+1)^2\,(2\,n-1) = 99.$$

Die Einsetzung der ganzen Zahl n mit 1, 2, 3, 4 liefert:

n	$(n+1)^2\,(2\,n-1)$
1	4 (< 99)
2	27 (< 99)
3	80 (< 99)
4	175 (> 99)

n = 3 liegt also dem Wurzelwerte der Gleichung am nächsten, daher wird n = 3 in Gl. II) und III) eingesetzt, dann ergibt sich:

$$\text{Gl. IIa)}\ \ldots\ M'_{gr} = -\frac{G\,l}{32}\left(1 + 16\,\frac{p}{G}\right)^{*)}$$

$$\text{Gl. IIIa)}\ \ldots\ M_{gr} = -\frac{G\,l}{32}\left(7 - 16\,\frac{p'}{G}\right).$$

Werden die Werte von p = 100 und G = 6600 eingesetzt, so folgt:

$$M'_{gr} = -\,0{,}038826\ Gl,$$
$$M_{gr} = \quad 0{,}211174\ Gl.$$

Das Angriffsmoment M fällt also bei der Belastung jedes vierten Feldes gröfser aus, als bei der Winklerschen Lastverteilung, die nur $M_{gr} = 0{,}1888$ Gl ergibt.

Das Moment hängt von dem Verhältnisse $\frac{p}{G}$ ab. Ist dieses kleiner als angenommen wurde, etwa weil die Schwellen nicht voll im Schotter liegen, oder weil die Schienennägel nicht festsitzen, sodafs sich die Schiene abheben kann, ohne die Schwellen zu heben, so wird M_{gr} gröfser.

Es ist nicht unsere Absicht, diese Werte weiter zu verfolgen, hier sollte nur auf leicht fafsliche Weise der Beweis geführt werden, dafs:

1. bei der Berechnung der Schiene nicht dasselbe Verfahren anzuwenden ist, wie bei der Berechnung der Brückenträger, weil die negativen Stützendrücke keine genügende Gegenwirkung finden;
2. aus diesem Grunde die ungünstigste Belastungsweise der Schiene eine andere ist, als die der Brückenträger;
3. bei Annahme starrer Stützen nicht die für die Winklerschen Belastungsfälle berechneten Momente die gröfsten sind, sondern die einem gröfsern Achsstande entsprechenden.

*) M'_{gr} ist der kleinste negative Wert des Momentes.

IV. Elastisches Auflager.

Im vorigen Abschnitte wurde die Schiene als ein auf festen Auflagern ruhender Stab betrachtet, und es wurde bewiesen, dafs das Angriffsmoment wächst, wenn der Lastabstand über das von Winkler eingeführte Mafs hinausgeht, namentlich, dafs das gröfste Moment für das Verhältnis $\frac{p}{G} = \frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{80}$ bei der Belastung jedes vierten Feldes eintritt.

Nun ist weiter zu untersuchen, ob das Moment bei nachgiebiger Stützung zu- oder abnimmt.

Im Betriebe wird nicht selten behauptet, dafs ein elastisches Auflager das Verhalten der Schienen begünstige, deshalb wird oft das harte Unterstopfen der Schwellen untersagt. Man findet bei einzelnen Bahnverwaltungen Vorschriften, nach denen den elastischeren Schotterarten der Vorzug gegeben werden soll. Auch findet man weiche Unterlagen aus Filz, Papier oder Gummi empfohlen, um das sogenannte »harte Fahren« zu verhüten. Die häufigen Schienenbrüche im Winter schreibt man vielfach dem harten Fahren infolge des Gefrorenseins des Schotters u. Die Aufklärung dieser Fragen soll nun versucht werden.

Nach der für starre Stützung und Belastung jedes vierten Feldes entwickelten Formel

$$M = \frac{G\,l}{32}\left(7 - 16\,\frac{p}{G}\right)$$

nimmt das Öffnungsmoment mit wachsendem Gewichte der Schwellen ab. Wenn sich nun die das belastete Feld begrenzenden Schwellen um das Mafs des Biegungspfeiles der Schwellen tragenden Punkte des aufgebogenen Schienenteiles senkten, so würden sich die früher emporgehobenen Schwellen wieder auf ihr Bett legen und keine Last auf die Schiene übertragen, p wird = 0, also die Momentengleichung

$$M = \frac{7}{32}\,G\,l = 0{,}21875\ Gl.$$

Bei elastischer Senkung der Stützen wird das Angriffsmoment also wachsen.

Ist die Senkung der Stützen der belasteten Felder aber gröfser, als die Aufbiegung der unbelasteten, so tritt an den Schwellen eine nach oben gerichtete Kraft $-p_1$ auf, und die Momentenformel lautet dann:

$$M = \frac{G\,l}{32}\left(7 + 16\,\frac{p_1}{G}\right),$$

also wächst das Moment unter der Last durch die Schwellensenkung.

Wären nun die Gegendrucke p_1 bekannt, so könnte aus der Gleichung die Gröfse des Momentes bestimmt werden. Auch ohne diese Bekanntschaft ist schon hier festzustellen, dafs die Werte p_1 und das Moment unter der Last um so gröfser werden, je tiefer die Einsenkung ist.

V. Das Elastizitätsmafs, die Schwellenziffer.

Die elastische Senkung s der Schwelle wird als in geradem Verhältnisse zu dem Stützendrucke p_1 stehend angenommen:

$$p_1 = \eta\,s.$$

Wenn diese Annahme auch nicht sicher begründet ist, neuerdings vielmehr angefochten wird*), so stehen andere Gesetze doch noch nicht so fest, dafs sie eingeführt werden könnten, auch ist diese Frage bei der stets geringen Gröfse von s nicht von erheblichem Belange.

Besonders zu betonen ist, dafs p_1 nicht einen Raddruck sondern den Druck der Schiene auf die Schwelle bedeutet, dem der Schwellengegendruck gleich sein mufs.

Weiter ist s das Mafs des elastischen Sinkens der Stütze, also der Schwellenoberfläche unter dem Schienenfufse. Da diese Senkung durch die Pressung des Schienenfufses hervorgebracht wird, so ist s auch das Mafs der Senkung des Schienenfufses selbst.

In der Gleichung $p_1 = \eta\,s$ ist η eine Wertziffer, die das unveränderliche Verhältnis $\eta = \frac{p_1}{s}$ anzeigt, η ist danach derjenige Druck, der nötig ist, um die Schwelle um eine Längeneinheit, hier 1 cm, niederzudrücken, η hat also die Einheitsbezeichnung kg/cm.

Diese Kraft η wird das Elastizitätsmafs oder die »Schwellenziffer« genannt. Die Bezeichnung η soll die Verwandtschaft mit der Elastizitätszahl E in Erinnerung bringen.

η kann nicht ein für allemal bestimmt werden, wie die Elastizitätszahl E bei den gleichartig aufgebauten Baustoffen, denn der elastische Widerstand des Schienenauflagers ist nicht nur bei verschiedenen Oberbauarten, sondern auch bei verschiedenen Schwellen derselben Oberbauart verschieden.

Aus diesen Gründen soll η durch unmittelbare Beobachtung auf der zu untersuchenden Bahnstrecke bestimmt werden.

Zu diesem Zwecke wird ein Schienenpaar entlascht, und mit einem Fahrzeuge bekannten Gewichtes belastet.

Nun beobachte man an allen Schwellen beider Schienen die Senkungen s_1, s_2, s_n und stelle deren Summe S fest.

Ist die Lastverteilung auf die einzelnen Schwellen einer Schiene $p_1\ p_2\ p, \ldots p_n$, so ist $p_1 + p_2 + p \ldots p_n = \Sigma\,p = P$, so folgt, da für die einzelnen Schwellen $p_1 = \eta\,s$, $p_2 = \eta\,s_2 \ldots p_n = \eta\,s_n$ ist, $\Sigma\,p = \eta\,\Sigma\,s$, $\eta = \frac{\Sigma\,p}{\Sigma\,s} = \frac{P}{S}$.

Diese Beobachtung kann mit beliebiger Genauigkeit ausgeführt werden, da sie bei ruhender Belastung auszuführen ist. Da in der Regel nur sehr kleine Senkungen zu messen sind, so sollten sie mit Vergröfserungs- oder Noniusvorrichtungen abgelesen werden.

Die Schwellenziffer η ist je nach der Bauart der Bahn verschieden; sie hängt von der Elastizität des Bahnkörpers, des Schotters und des Schwellenstoffes, dann auch von Länge, Breite und Stärke der Schwellen und Unterlageplatten ab.

Um im Laufe der Untersuchung Beispiele rechnen zu können, soll $\eta = 10$ t gesetzt werden, damit ist angenommen, dafs sich die Schiene um 1 mm unter 1 t Last senkt. Das entspricht übrigens einem Mittelwerte der Schwellenziffer bei Oberbau mit Holzquerschwellen.

*) Organ 1906, S. 269; 1907, S. 265.

VI. Momentengleichung bei elastischer Stützung.

Für ein Lastfeld wurde oben bei dem Gegendrucke p_1 der Zwischenschwellen gefunden:

$$M = \frac{Gl}{32}\left(7 + 16\frac{p_1}{G}\right).$$

Würde nun die Senkung s_1 der Zwischenschwellen beobachtet, so könnte $p_1 = \eta s_1$ eingesetzt und M berechnet werden.

Dieser Vorgang zur Bestimmung des Schwellendruckes p_1 durch unmittelbare Beobachtung der Schwellensenkung in jedem einzelnen Falle wäre aber zu umständlich. Der Schwellendruck soll nach Festsetzung der Schwellenziffer η durch Rechnung ermittelt werden.

Bevor diese Berechnung der Druckverteilung vorgenommen wird, sollen erst die Momentengleichungen der Schiene auf elastischen Stützen für verschiedene Belastungsfälle aufgestellt werden.

Die allgemeine Gl. II) des Stützenmomentes für unelastische Stützung der Schiene war

$$M' = -\frac{Gl}{24}\left(3 + \frac{2n(n^2-1)}{n+1}\frac{p}{G}\right).$$

Sie ist unter der Annahme abgeleitet, dafs p, das Schwellengewicht, bei allen abgehobenen Schwellen denselben Wert hat. und abwärts wirkt.

Werden nun infolge der Eindrückung der der Last zunächst liegenden Stützen auch die unbelasteten Schwellen durch die Schiene in das Schotterbett geprefst, so tritt an jeder Schwelle ein aufwärts wirkender Gegendruck p_1, p_2, p_3 auf.

Die Gleichung für M' kann unverändert nur so lange benutzt werden, wie alle Werte p_1, p_2 . . . einander gleich sind, und das tritt ein für $n = 2$, denn dann ist nach Textabb. 3 nur ein p_1 vorhanden und für $n = 3$, denn dann ist an zwei Zwischenschwellen $p_1 = p_2$. Diese Fälle liefern nach Umkehrung des Vorzeichens von p:

$$\text{für } n = 2. \qquad M' = -\frac{Gl}{24}\left(1 - 4\frac{p_1}{G}\right)$$

$$\text{für } n = 3. \qquad M' = -\frac{Gl}{32}\left(1 - 16\frac{p_1}{G}\right)$$

Zur Aufstellung von Gleichungen für gröfsere Lastabstände dient die allgemeine Gleichung I):

$$M' = \frac{\mathfrak{M}_1 + n\,\mathfrak{M}_2}{n+1}.$$

Auch hier ist für das belastete Feld:

$$\mathfrak{M}_1 = -\frac{1}{8}Gl.$$

Für die Strecke zwischen den Lastfeldern sind die Schwellendrücke nur ungleich und nach unten gerichtet. Sie liefern:

$$\mathfrak{M}_2 = +\frac{1}{n^2}\left((n-1)^2 p_1 + 2(n-2)^2 p_2 - 3(n-3)^2 p_3 + (n-2)\,2^2 p_{n-1} + (n-1)p_{n-1}\right),$$

worin gleichweit von der Mitte liegende p-Werte gleich sind, also $p_1 = p_{n-1}$, $p_2 = p_{n-2}$ . . .

Werden also je zwei Glieder, die sich auf zwei gleichweit von der Mitte liegende Schwellen beziehen, zusammengezogen, so dafs nur $\frac{n-1}{2}$ Glieder verbleiben, so entsteht:

$$\mathfrak{M}_2 = \frac{1}{n}\left\{(n-1)p_1 + 2(n-2)p_2 + 3(n-3)p_1 \text{ bis zum } \frac{n-1}{2}\text{. Gliede}\right\}.$$

Ist n gerade, so wirkt ein p-Wert mitten, dann darf die Reihe nur aus $\frac{n-2}{2}$ Gliedern gebildet werden, das $\frac{n-1}{2}$. Glied ist zur Hälfte hinzuzusetzen; ist n ungerade, so werden volle $\frac{n-1}{2}$ Glieder benutzt, da dann jeder p-Wert auf der andern Seite wiederkehrt. Die entsprechenden Werte von $\mathfrak{M}_2$ sind:

$$\begin{aligned}
&\text{für } n = 1 \quad n\mathfrak{M}_2 = 0,\\
&\text{„} \quad n = 2 \quad n\mathfrak{M}_2 = +\frac{p_1 l}{2},\\
&\text{„} \quad n = 3 \quad n\mathfrak{M}_2 = +2p_1 l,\\
&\text{„} \quad n = 4 \quad n\mathfrak{M}_2 = +\left(3p_1 + \frac{2\cdot 2}{2}p_2\right)l,\\
&\text{„} \quad n = 5 \quad n\mathfrak{M}_2 = +(4p_1 + 6p_2)l,\\
&\text{„} \quad n = 6 \quad n\mathfrak{M}_2 = +\left(5p_1 + 8p_2 + \frac{3\cdot 3}{2}p_3\right)l.
\end{aligned}$$

Werden diese Werte für $\mathfrak{M}_1$ und $n\,\mathfrak{M}_2$ in die Grundgleichung I eingesetzt, so entsteht für die Stützenmomente bei verschiedenen Last-Entfernungen

$$\text{Gl. IV)}\left\{\begin{aligned}
&\text{für } n = 1 \quad M'_1 = -\frac{Gl}{16},\\
&\text{„} \quad n = 2 \quad M'_2 = -\frac{Gl}{24}\left(1 - 4\frac{p_1}{G}\right),\\
&\text{„} \quad n = 3 \quad M'_3 = -\frac{Gl}{32}\left(1 - 16\frac{p_1}{G}\right),\\
&\text{„} \quad n = 4 \quad M'_4 = -\frac{Gl}{40}\left(1 - 8\frac{3p_1 + 2p_2}{G}\right),\\
&\text{„} \quad n = 5 \quad M'_5 = -\frac{Gl}{48}\left(1 - 16\frac{2p_1 + 3p_2}{G}\right),\\
&\text{„} \quad n = 6 \quad M'_6 = -\frac{Gl}{56}\left(1 - 8\frac{5p_1 + 8p_2 + \frac{9}{2}p_3}{G}\right).
\end{aligned}\right.$$

So kann die Gleichung des Stützenmomentes M' für jeden Wert von n_2, also für jeden Lastabstand $(n+1)\,l$ aufgestellt werden. Die sechs Gleichungen genügen aber, um das gröfste Moment aufzufinden.

Mit Hülfe dieser Gleichungen können auch die Gleichungen des Angriffmomentes M für verschiedene Lastabstände aufgestellt werden nach:

$$M = \frac{1}{4}Gl + M'.$$

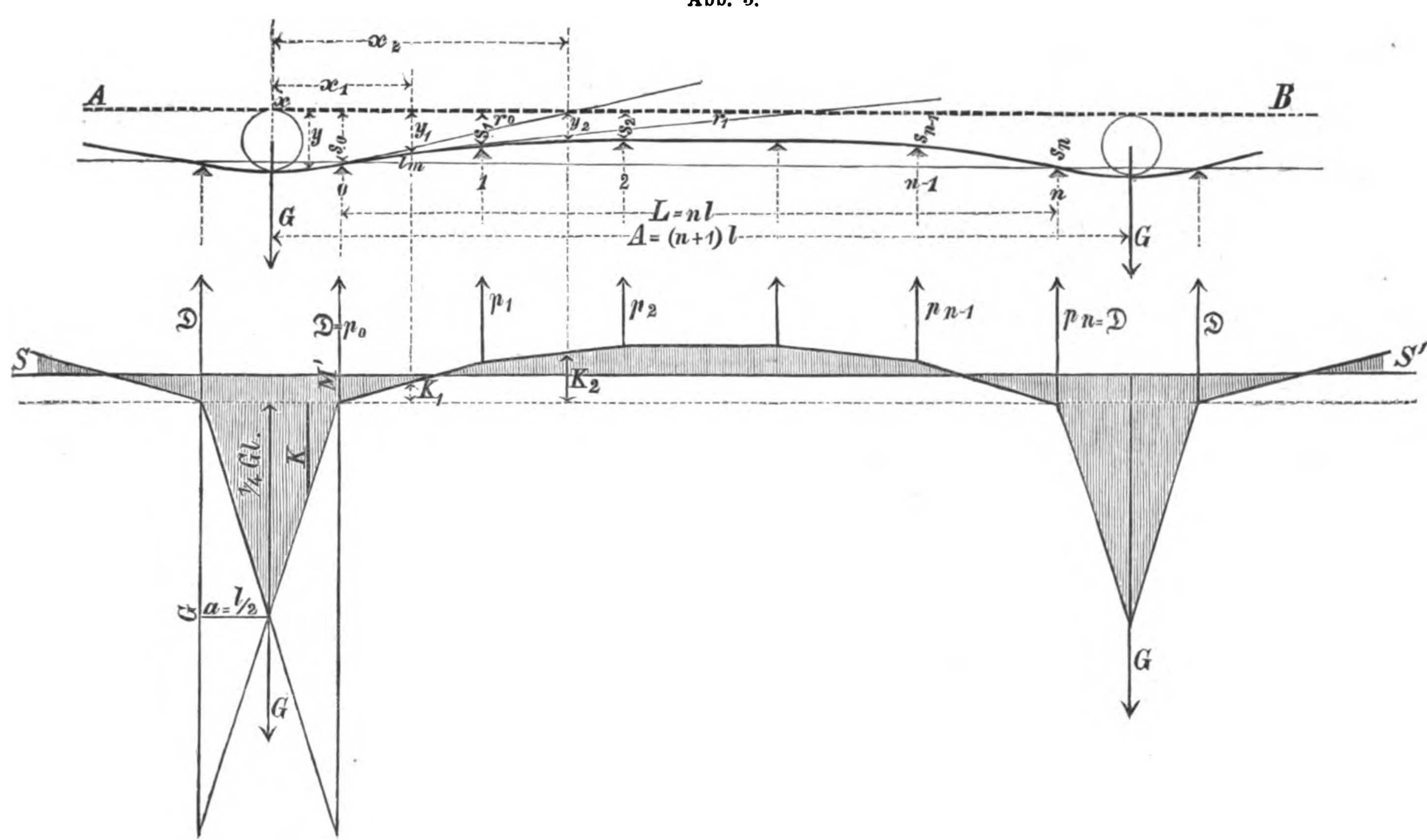
Zunächst sind aber die noch unbekannten Schwellendrücke p_1, p_2, p_3 zu berechnen.

VII. Gleichungen der Druckverteilung, Schwellengegendruck.

Ist η versuchsweise ermittelt, so ist $p_1 = \eta s$, $p_2 = \eta s_2$, $p_3 = \eta s_3$ . . .

Ist ferner in Textabb. 5 A B die ursprüngliche Lage der Schiene, so sind s_1, s_2, s_3 . . . . s_{n-1} die Höhenmafse der elastischen Linie in den Schwellenpunkten 1, 2, 3 . . . n — 1. Nun ist die elastische Linie eines gleichförmigen Stabes eine

Abb. 5.



Seillinie, für die die veränderliche Last auf die Längeneinheit das Moment M und der Polabstand $= EJ$ ist. Aus diesem Zusammenhange der elastischen Linie mit der Druckverteilung werden wir trachten, für die noch unbekannten Schwellendrücke bekannte Ausdrücke zu gewinnen.

Betrachtet man einen unendlichen Träger mit einer unendlichen Reihe von Lasten, deren gleicher Abstand $A = (n+1)\,l$ ist, und deren jede in der Mitte einer Lastöffnung liegt, so besteht für jeden Punkt desselben die zweite Differenziale der elastischen Linie

$$-\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{M_x}{EJ}$$

und weiter für jeden $\quad M_x = X + M'$,

wenn mit X das Moment eines der berücksichtigten Öffnung gleichen, frei aufliegenden Trägers bezeichnet wird.

Wird der Anfang eines Achsenkreuzes in die Mitte der Lastöffnung gelegt, so wird in der Entfernung x in dieser Öffnung $\quad X = \frac{1}{4} G\,(l - 2x)$, also ist:

$$-EJ\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{1}{4} G\,(l - 2x) + M',$$

$$-EJ\int\frac{d^2 y}{d x^2}\,dx = \frac{1}{4} G\int(l - 2x)\,dx + M'\int dx,$$

$$-EJ\frac{dy}{dx} = \frac{1}{4} G\,(lx - x^2) + M'x + C.$$

Für $x = 0$ ist $\frac{dy}{dx} = 0$, also $C = 0$; für $x = \frac{l}{2}$ ist $\frac{dy}{dx} = \tau_0$, wenn τ_0 die Tangente des Winkels der elastischen Linie über der Endstütze des Lastfeldes mit der x-Achse ist.

Gl. V) $\quad . \; . \; . \; . \; . \quad -EJ\tau_0 = \frac{G l^2}{16} + \frac{M' l}{2}.$

Diese Gleichung ist für jeden Wert von n gültig.

Ferner ist die Summe aller Schwellendrücke gleich der Summe der Lasten.

Fall 1) $\quad n = 1$, zwischen je zwei Lastfeldern liegt ein unbelastetes, der unendliche Träger hat doppelt so viel Stützen als Lasten, also ist $n = 1$, $p_0 = \frac{G}{2}$.

Fall 2) $\quad n = 2$, zwischen den Lastfeldern liegen zwei unbelastete a) $2\,p_0 + p_1 = G$. In der unbelasteten Öffnung ist von $x = \frac{l}{2}$ bis $x = \frac{l}{2} + l$.

$$X = -\frac{p_1}{2}\left(x - \frac{l}{2}\right),$$

$$M_x = -\frac{p_1}{2}\left(x - \frac{l}{2}\right. + M',$$

$$-EJ\frac{d^2 y}{d x^2} = -\frac{p_1}{2}\left. x - \frac{l}{2}\right) + M',$$

nach der ersten Integration

$$-EJ\frac{dy}{dx} = -\frac{p_1}{4}\,(x^2 - l\,x) + M'x + C;$$

$$\text{für } x = \frac{l}{2} \text{ ist } \frac{dy}{dx} = \tau_0, \text{ also}$$

$$-EJ\tau_0 = \frac{p_1\, l^2}{16} + \frac{M' l}{2} + C = \frac{G l^2}{16} + \frac{M' l}{2}.$$

Hieraus folgt: $\quad C = \frac{G l^2}{16}\left(1 - \frac{p_1}{G}\right).$

Die zweite Integration gibt:

$$-\mathrm{E\,J}\,y = -\frac{p_1}{4}\left(\frac{x^3}{3} - \frac{l\,x^2}{2}\right) + \frac{M'\,x^2}{2} + C\,x + C_1$$

welche Gleichung von $x = \frac{l}{2}$ bis $x = \frac{l}{2} + l$ besteht.

Für $x = \frac{3}{2}\,l$ ist $y = s_1$

$$-\mathrm{E\,J}\,s_1 = -\frac{p_1}{4}\left(\frac{27\,l^1}{24} - \frac{9\,l^3}{8}\right) + \frac{9\,M'\,l^2}{8} + \frac{3\,C\,l}{2} + C_1$$

$$-\mathrm{E\,J}\,s_1 = +\frac{9\,M'\,l^2}{8} + 3\,\frac{C\,l}{2} + C_1.$$

Für $x = \frac{l}{2}$ ist $y = s_0$.

$$-\mathrm{E\,J}\,s_0 = +\frac{p_1\,l^3}{48} + \frac{M'\,l^2}{8} + \frac{C\,l}{2} + C_1.$$

Wird die untere Gleichung von der obern abgezogen, so bleibt: $\mathrm{E\,J}\,(s_0 - s_1) = -\frac{p_1\,l'}{48} + M'\,l^2 + C\,l$,

werden die Werte M' nach Gl. VI) für $n = 2$ und der oben ermittelte C eingesetzt, so folgt:

$$\mathrm{E\,J}\,(s_0 - s_1) = \frac{G\,l^3}{48}\left(1 + 4\,\frac{p_1}{G}\right),$$

$$s_0 - s_1 = \frac{G\,l^3}{48\,\mathrm{E\,J}}\left(1 + 4\,\frac{p_1}{G}\right),$$

und da $p_0 = \eta\,s_0,\ p_1 = \eta\,s_1$

$$p_0 - p_1 = \frac{G\,l^3\,\eta}{48\,\mathrm{E\,J}}\left(1 + 4\,\frac{p_1}{G}\right).$$

Da nun ferner $2\,p_0 + p_1 = G$ sein mufs, so folgt, wenn noch $\frac{l^3\,\eta}{48\,\mathrm{E\,J}} = \frac{1}{\mathfrak{B}}$ ausgeführt wird:

$$\text{Für } n = 2 \left\{ \begin{aligned} p_0 &= G\,\frac{\mathfrak{B} + 5}{3\,\mathfrak{B} + 8} \\ p_1 &= G\,\frac{\mathfrak{B} - 2}{3\,\mathfrak{B} + 8} \end{aligned} \right.$$

Auf dieselbe Weise werden ermittelt:

$$\text{Für } n = 3 \left\{ \begin{aligned} &2\,p_0 + 2\,p_1 = G \\ &p_1 = \frac{G}{4}\,\frac{\mathfrak{B} - 3}{\mathfrak{B} + 8}. \end{aligned} \right.$$

$$\text{Für } n = 4 \left\{ \begin{aligned} &2\,p_0 + 2\,p_1 + p_2 = G \\ &p_1 = G\,\frac{5\,\mathfrak{B}^2 + 37\,\mathfrak{B} - 96}{25\,\mathfrak{B}^2 + 520\,\mathfrak{B} + 704} \\ &p_2 = G\,\frac{5\,\mathfrak{B}^2 - 78\,\mathfrak{B} + 48}{25\,\mathfrak{B}^2 + 520\,\mathfrak{B} + 704}. \end{aligned} \right.$$

Um auch ein Beispiel der Rechnung für eine gröfsere Zahl von Zwischenöffnungen zu geben, soll noch die Ermittelung von p_1 und p_2 für $n = 5$ (Textabb. 5) vorgeführt werden.

Da jede Last durch sechs Schwellen getragen wird, ist $2\,p_0 + 2\,p_1 + 2\,p_2 = G$.

Die Gleichung der elastischen Linie ist:

$$-\mathrm{E\,J}\,\frac{d^2 y}{d\,x^2} = M_x.$$

In der ersten Zwischenöffnung ist:

$$M_x = X + M'.$$

Wird x von der Mitte der Lastöffnung gerechnet, so ist für $x = \frac{l}{2}$ bis $x = \frac{3\,l}{2}$ $\quad X_1 = -(p_1 + p_2)\left(x - \frac{l}{2}\right)$,

also $\quad -\mathrm{E\,J}\,\frac{d^2 y}{d\,x^2} = -(p_1 + p_2)\left(x - \frac{l}{2}\right) + M'$,

$$-\mathrm{E\,J}\,\frac{d\,y}{d\,x} = -\frac{p_1 + p_2}{2}\,(x^2 - l\,x) + M'\,x + C.$$

$$\text{Für } x = \frac{l}{2};\quad \frac{d\,y}{d\,x} = \tau_0,$$

$$-\mathrm{E\,J}\,\tau_0 = \frac{p_1 + p_2}{8}\,l^2 + \frac{M'\,l}{2} + C,$$

und da nach Gl. V) $-\mathrm{E\,J}\,\tau_0 = \frac{G\,l^2}{16} + \frac{M'\,l}{2}$,

$$\text{Gl. a)} \ \ldots\ldots\ C = \frac{G\,l^2}{16}\left(1 - 2\,\frac{p_1 + p_2}{G}\right).$$

Für $x = \frac{3\,l}{2}$ ist $\frac{d\,y}{d\,x} = \tau_1$ gleich der Tangente des Neigungswinkels über dem Schwellenpunkte 1 (Textabb. 5)

$$-\mathrm{E\,J}\,\tau_1 = -\frac{3\,(p_1 + p_2)\,l^2}{8} + \frac{3\,M'\,l}{2} + C.$$

Wird nun für C der oben gefundene und für M'_5 der Wert aus Gl. IV) eingesetzt, so folgt:

$$-\mathrm{E\,J}\,\tau_1 = -\frac{3\,(p_1 + p_2)}{8}\,l^2 - \frac{3\,G\,l^2}{96}\left(1 - 16\,\frac{2\,p_1 + 3\,p_2}{G}\right) + \frac{G\,l^2}{16}\left(1 - 2\,\frac{p_1 + p_2}{G}\right).$$

$$\text{Gl. b)} \ \ldots\ -\mathrm{E\,J}\,\tau_1 = \frac{G\,l^2}{32}\left(1 + 16\,\frac{2\,p_1 + 3\,p_2}{G}\right)$$

und nach zweimaliger Integration

$$-\mathrm{E\,J}\,y = -\frac{p_1 + p_2}{2}\left(\frac{x^3}{3} - \frac{l\,x^2}{2}\right) + \frac{M'\,x^2}{2} + C\,x + C_1.$$

Für $x = \frac{3\,l}{2}$ ist $Y = s_1$; für $x = \frac{l}{2}$: $y = s_0$, also

$$+\mathrm{E\,J}\,(s_0 - s_1) = -\frac{p_1 + p_2}{24}\,l\,3 + M'\,l^2 + C\,l.$$

$$\text{Gl. c)} \ \ldots\ \mathrm{E\,J}\,(s_0 - s_1) = \frac{G\,l^3}{24}\left(1 + 4\,\frac{3\,p_1 + 5\,p_2}{G}\right).$$

In der zweiten Zwischenöffnung ist das Moment für $x = \frac{3}{2}\,l$ bis $\frac{5}{2}\,l$.

$$X_2 = -(p_1 + p_2)\left(x - \frac{l}{2}\right) + p_1\left(x - \frac{3}{2}\,l\right) = -p_2\left(x - \frac{3}{2}\right) - (p_1 + p_2)\,l,$$

$$-\mathrm{E\,J}\,\frac{d^2 y}{d\,x^2} = -p_2\left(x - \frac{3}{2}\,l\right) - (p_1 + p_2)\,l + M',$$

$$-\mathrm{E\,J}\,\frac{d\,y}{d\,x} = -\frac{p_2}{2}\,(x^2 - 3\,l\,x) - (p_1 + p_2)\,l\,x + M'\,x + C.$$

Für $x = \frac{3}{2}\,l$ ist $\frac{d\,y}{d\,x} = \tau_1$,

$$-\mathrm{E\,J}\,\tau_1 = -\frac{p_2}{2}\left(\frac{9\,l^2}{4} - \frac{9\,l^2}{2}\right) - \frac{3}{2}\,(p_1 + p_2)\,l^2 + \frac{3\,M'\,l}{2} + C$$

und nach Einstellung der Werte für M' und $\mathrm{E\,J}\,\tau_1$

$$\text{Gl. d)} \ \ldots\ldots\ C = \frac{G\,l^2}{16}\left(1 + 2\,\frac{8\,p_1 - p_2}{G}\right).$$

Weitere Integration liefert:

$$-EJy = -\frac{p_2}{2}\left(\frac{x^3}{3} - \frac{3lx^2}{2}\right) - (p_1 + p_2)\frac{lx^2}{2} + \frac{M'x^2}{2} + Cx + C_1.$$

Für $x = \frac{3}{2}l$ ist $y = s_1$ und für $x = \frac{5l}{2}$, $y = s_2$.

Werden diese Werte nach einander eingesetzt, dabei auch die Werte für C und M_s' nach Gl. IV, werden dann beide Gleichungen von einander abgezogen, so entsteht:

$$\text{Gl. e)} \ldots EJ(s_1 - s_2) = \frac{Gl^3}{48}\left(1 + 8\frac{2p_1 + 5p_2}{G}\right).$$

Wird nun in die Gl. c) und e) $p_0 = s_0\eta$, $p_1 = s_1\eta$ und $p_2 = s_2\eta$ eingesetzt, so folgt:

$$p_0 - p_1 = \frac{Gl^3\eta}{24EJ}\left(1 + 4\frac{3p1 + 5p2}{G}\right) \text{ und}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{Gl^3\eta}{48EJ}\left(1 + 8\frac{2p1 + 5p2}{G}\right).$$

Wird nun wieder $\mathfrak{B}$ eingeführt und für $n = 5$ $2(p_0 + p_1 + p_2) = G$ berücksichtigt, so ergibt sich

$$p_1 = \frac{G}{2}\,\frac{\mathfrak{B}^2 + 38\mathfrak{B} - 80}{3\mathfrak{B}^2 + 128\mathfrak{B} + 320}$$

$$p_2 = \frac{G}{2}\,\frac{\mathfrak{B}^2 - 24\mathfrak{B} + 16}{3\mathfrak{B}^2 + 128\mathfrak{B} + 320}.$$

Wird im Falle $n = 6$ der auf die mittelste Schwelle etwa noch entfallende Druck p_3 vernachlässigt, so liefert derselbe Rechnungsgang bei $2(p_0 + p_1 + p_2) = G$ für 6 Zwischenfelder:

$$p_1 = \frac{G}{14}\,\frac{7\mathfrak{B}^2 + 364\mathfrak{B} - 768}{3\mathfrak{B}^2 + 160\mathfrak{B} + 448}$$

$$p_2 = \frac{G}{14}\,\frac{7\mathfrak{B}^2 - 210\mathfrak{B} + 144}{3\mathfrak{B}^2 + 160\mathfrak{B} + 448}.$$

VIII. Bestimmte Momenten-Gleichungen.

Durch Einsetzen der für die sechs Fälle ermittelten p-Werte in die Momentenausdrücke der Gl. IV erhält man für das Moment in der Mitte der Lastöffnung nach $M = \frac{1}{4}Gl + M'$ die Werte:

Gleichung Gruppe VI.

Gl. VI)

	Stützenmomente.	Angriffsmomente.
$n = 1$	$M_1' = -\frac{Gl}{16}$,	$M_1 = \frac{3\,Gl}{16}$,
$n = 2$	$M_2' = \frac{Gl}{24}\,\frac{\mathfrak{B} - 16}{3\mathfrak{B} + 8}$,	$M_2 = \frac{Gl}{24}\,\frac{19\mathfrak{B} + 32}{3\mathfrak{B} + 8}$,
$n = 3$	$M_3' = \frac{Gl}{32}\,\frac{3\mathfrak{B} - 20}{\mathfrak{B} + 8}$,	$M_3 = \frac{Gl}{32}\,\frac{11\mathfrak{B} + 44}{\mathfrak{B} + 8}$,
$n = 4$	$M_4' = \frac{Gl}{8}\,\frac{35\mathfrak{B}^2 - 176\mathfrak{B} - 448}{25\mathfrak{B}^2 + 520\mathfrak{B} + 704}$,	$M_4 = \frac{Gl}{8}\,\frac{85\mathfrak{B}^2 + 864\mathfrak{B} + 960}{25\mathfrak{B}^2 + 520\mathfrak{B} + 704}$,
$n = 5$	$M_5' = \frac{Gl}{48}\,\frac{37\mathfrak{B}^2 - 96\mathfrak{B} - 1216}{3\mathfrak{B}^2 + 128\mathfrak{B} + 320}$,	$M_5 = \frac{Gl}{48}\,\frac{73\mathfrak{B}^2 + 1440\mathfrak{B} + 2624}{3\mathfrak{B}^2 + 128\mathfrak{B} + 320}$,
$n = 6$	$M_5' = \frac{Gl}{56}\,\frac{49\mathfrak{B}^2 - 80\mathfrak{B} - 1984}{3\mathfrak{B}^2 + 160\mathfrak{B} + 448}$.	$M_6 = \frac{Gl}{56}\,\frac{91\mathfrak{B}^2 + 2160\mathfrak{B} + 4288}{3\mathfrak{B}^2 + 160\mathfrak{B} + 448}$.

Die Momente haben für verschiedene Belastungsfälle die allgemeine Form

$$M' = c'\,Gl \quad M = c\,Gl, \text{ worin } c = {}^1/_4 + c' \text{ ist.}$$

Das Moment wird bei einer bestimmten Schwellenteilung am gröfsten, wenn c seinen gröfsten Wert erreicht. Dieser Wert hängt aufser von den Belastungsfällen auch von der Gröfse $\mathfrak{B}$ ab, die daher zunächst zu untersuchen ist.

IX. Die Bahnziffer.

$\mathfrak{B} = \frac{48\,EJ}{\eta\,l^3}$ (S. 302) ist eine Verhältniszahl, die alle für die Leistung der Bahn mafsgebenden Gröfsen enthält, also die Bahnziffer genannt werden kann.

Diese Ziffer hat auch eine statische Bedeutung.

$$f = \frac{P\,l^3}{48\,EJ} = \frac{P}{\eta}\,\frac{\eta\,l^3}{48\,EJ} = \frac{P}{\eta}\cdot\frac{1}{\mathfrak{B}}$$

ist die Durchbiegung eines l langen, frei aufliegenden Stabes, der in der Mitte mit P belastet ist.

Wird $P = \eta$ kg, so folgt $f = \frac{1}{\mathfrak{B}}$.

Ist P_1 jene Kraft, die den Stab um die Einheit biegt, so ist

$$\mathfrak{B} = \frac{P_1}{\eta}.$$

Die Bahnziffer ist also die Verhältniszahl jener zwei Kraftgröfsen, deren die eine (P_1) die fragliche l lange frei aufliegende Schiene um die Einheit biegt, die andere (η) die Schwelle um die Einheit herabdrückt.

Diese Bahnziffer $\mathfrak{B}$ steht im geraden Verhältnisse zum Trägheitsmomente der Schiene und im umgekehrten Verhältnisse zu der Schwellenziffer η, wie auch zur dritten Potenz der Schwellenteilung l. Bei bestimmter Schwellenteilung und feststehendem η wird die Bahnziffer $\mathfrak{B}$ um so gröfser, je gröfser das Trägheitsmoment der Schiene ist.

Bei gleichen Schienen wächst $\mathfrak{B}$ sehr schnell mit abnehmender Schwellenteilung. Wenn demnach die Momentenziffer c mit der Bahnziffer wächst, so wächst das Moment unter bestimmter Last auf einer bestimmten Bahnstrecke mit Zunahme des Trägheitsmomentes und die Abnahme der Schwellenteilung wirkt zur Milderung des Biegungsmomentes ($M = c\,Gl$) in dem erwarteten Mafse nicht.

In Zusammenstellung I sind die Momentenziffern c für verschiedene Belastungsweisen n und Bahnziffern $\mathfrak{B}$ angegeben.

Zusammenstellung I.

c-Werte für die Laststelle in der Mitte des Lastfeldes.

$\mathfrak{B}$	n = 1	2	3	4	5	6
0	0,18750	0.16667	**0,17187**	0,17045	0.17083	0,17092
5	„	0,23008	**0,23798**	0,23355	0,23446	0.23455
10	„	0,24353	0,26708	**0,26910**	0,2 671	0 26609
15	„	0,24922	0,28396	**0,29228**	0,29044	0,28974
20	„	0,25245	0,29465	0,30537	**0,30955**	0,30898
25	„	0,25497	0,30213	0,32253	**0,32533**	0,32524
30	„	0,25598	0,30756	0,33300	0,33869	**0,33923**
35	„	0,25700	0.31176	0.34157	0,35016	**0,35127**
40	„	0.25781	0,31510	0,34858	0,36015	**0,36224**
45	„	0.25844	0,31780	0 35454	0,36892	**0,37185**
50	„	0.25896	0,32004	0,35964	0,37670	**0,38046**
55	„	0.25939	0 32192	0,36405	0,38363	**0,38823**
60	„	0,25974	0,32353	0,36790	0.38987	**0,39528**
65	„	0,26000	0,32491	0,37130	0,39550	**0,40170**
70	„	0,26026	0.32612	0,37430	0,40061	**0,40758**
75	„	0,26049	0,32717	0,37700	0,40526	**0,41380**
80	„	0,26070	0,32812	0.37940	0,40954	**0,41797**
85	„	0,26090	0.32896	0,38161	0,41346	**0.42258**
90	„	0,26109	0,32972	0.38360	0,41708	**0,42685**
95	„	0,26127	0,32040	0,38541	0,42043	**0,43083**
100	„	0,26145	0,33102	0,38707	0,42353	**0,43454**

$M = c\,G\,l.$

Berechnet man sich $\mathfrak{B}$ für die zu untersuchende Bahnstrecke so kann das Moment aus Zusammenstellung I abgelesen werden.

Wäre $\eta = 10$ t/cm, $E = 2040$ t/cm², $J = 1000$ cm⁴, $l = 90$ cm,

$$\mathfrak{B} = \frac{48\,EJ}{\eta\,l^3} = 13,4.$$

Zusammenstellung I liefert für $n = 5$ bei $\mathfrak{B}$ 13,4 zwischen 10 und 15

$$\underline{c = 0,28285,}$$
$$\underline{M = 0,28285\ Gl.}$$

Ist dagegen $l = 60$ cm bei sonst unveränderten Werten, so wird

$$\underline{\mathfrak{B} = \text{rund } 45,}$$
$$\text{wobei } \underline{c_{max} = 0,37185,}$$
$$M = 0,3718 \times Gl_2.$$

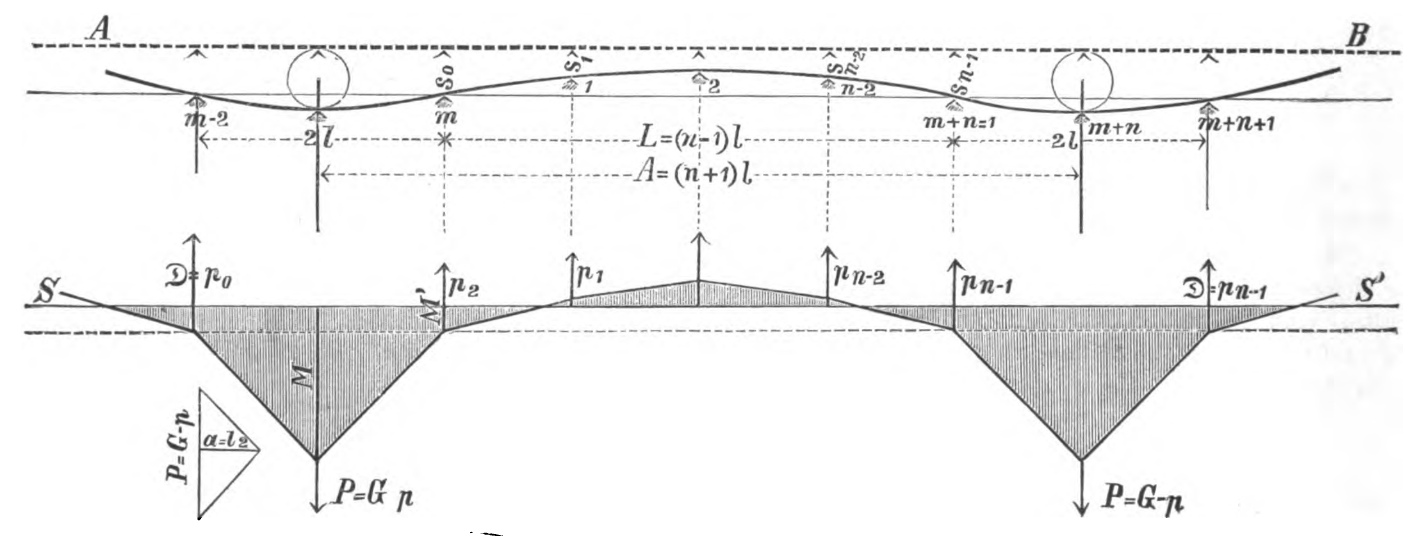
Diese Werte zeigen, wie erheblich c mit Abnahme von l zunimmt. Bei $l = 90$ cm wird $M = 25,4565$ G kgcm, bei $l = 60$ cm » $M = 22.3110$ G kgcm, nimmt die Schwellenteilung auf das $90 : 60 = 1,5$ fache ab, d. h. 50 %, so sinkt das Moment nur auf das $25,4565 : 22,3110 = 1,15$ fache, d. h. um 15 %.

Bevor aus diesen Ergebnissen allgemeine Schlüsse gezogen werden, soll zunächst noch das Angriffsmoment bei Aufstellung der Lasten über den Querschwellen untersucht werden.

X. Das Angriffsmoment bei Laststellung über der Schwelle.

Werden Lasten der Teilung $(n + 1)\,l$ je über den Schwellen gestellt, so wirkt an der Lastschwelle ein Gegendruck p der Last G entgegen. (Textabb. 6.)

Abb. 6.



Die übrigbleibende, die Schiene biegende Kraft ist $P = G - p$. Das Lastfeld hat nun die Länge $2\,l$, die Anzahl der unbelasteten Stützen ist n, die der Zwischenfelder ist $n - 1$, die Längensumme dieser Felder, die gröfsere Öffnung $L = (n - 1)\,l$.

In der allgemeinen Gleichung sind $M_{(m-1)}\,l_m + 2\,M'_m\,(l_m + l_{m+1}) + M'_{m+1}\,l_{m+1} = \mathfrak{N}''_m\,l_m + \mathfrak{N}''_m\,l_m + \mathfrak{N}'_{m+1}\,l_{m+1}$ sind auch hier alle Stützenmomente M′ einander gleich, ferner ist $\mathfrak{N}''_m = 3\,\mathfrak{M}_m$ und $\mathfrak{N}'_{m+1} = 3\,\mathfrak{M}_{m+1}$, $l_m = 2\,l$, $l_{m+1} = (n - 1)\,l$, folglich

$$M' = \frac{2\,\mathfrak{M}_m + (n - 1)\,\mathfrak{M}_{m+1}}{n + 1}.$$

In diesem Falle ist $\mathfrak{M}_m = -\frac{1}{4}\,Pl$ und

$$\mathfrak{M}_{m+1} = \frac{1}{(n-1)^2}\Big[(n - 2)^2\,p_1 + 2\,(n - 3)^2 p_2 + 3\,(n - 4)\,p_3 \ldots\ldots + -(n - 3)\,2\,{}^2p_{n+3} + (n - 2)\,p_{n-2}\Big],$$

oder nach Vereinigung der symmetrischen Glieder

$$(n - 1)\,\mathfrak{M}_{m+1} = l\Big[(n - 2)\,p_1 + 2\,(n - 3)\,p_2 + 3\,(n - 4)\,p_3\Big].$$

Die Gleichung der Stützenmomente ist für diesen Fall also

$$M' = -\frac{Pl}{2(n+1)}\left(1 - 2(n-2)\frac{p_1}{P} - 4(-3)\frac{p_2}{P} - 6(n-4)\frac{p_3}{P}\dots\right).$$

Wenn n gerade ist, so sind von den Gliedern mit p/P $\frac{n}{2} - 1$ zu bilden, ist n ungerade, so sind $\frac{n-1}{2} - 1$ Glieder voll und das folgende zur Hälfte zu benutzen. Demnach folgen die Werte:

ohne Zwischenfeld $n = 1 \quad M_1' = -\frac{1}{4} Pl$,

für 1 Zwischenfeld $n = 2 \quad M_2' = -\frac{1}{6} Pl$,

für 2 Zwischenfelder $n = 3 \quad M_3' = -\frac{1}{8} Pl\left(1 - \frac{p_1}{P}\right)$,

» 3 » $n = 4 \quad M_4 = -\frac{1}{10} Pl\left(1 - 4\frac{p_1}{P}\right)$,

» 4 » $n = 5 \quad M_5 = -\frac{1}{12} Pl\left(1 - 2\frac{3p_1 + 2p_2}{P}\right)$,

» 5 » $n = 6 \quad M_6 = -\frac{1}{14} Pl\left(1 - 4\frac{2p_1 + 3p_2}{P}\right)$.

Nach dem im Abschnitt VII durchgeführten Verfahren ergeben sich nun für die verschiedenen Lastfälle unter Einführung der Gröfse $\mathfrak{B} = \frac{48\,E\,.\,W}{\eta\, l^3}$ die folgenden Werte p:

$$n = 1 \begin{cases} p = \frac{G}{2}\frac{\mathfrak{B} + 2}{\mathfrak{B} + 1} \\ p_0 = \frac{1}{2} G \frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{B} + 1} \end{cases}$$

$$n = 2 \begin{cases} p = G\frac{\mathfrak{B} + 8}{3\mathfrak{B} + 8} \\ p_0 = G\frac{\mathfrak{B}}{3\mathfrak{B} + 8} \end{cases}$$

$$n = 3 \begin{cases} p = \frac{1}{4} G \frac{\mathfrak{B}^2 + 26\mathfrak{B} + 32}{\mathfrak{B}^2 + 9\mathfrak{B} + 8} \\ p_0 = \frac{1}{4} G \frac{\mathfrak{B}^2 + 8\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}^2 + 9\mathfrak{B} + 8} \\ p_1 = \frac{1}{4} G \frac{\mathfrak{B}^2 - 6\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}^2 + 9\mathfrak{B} + 8} \end{cases}$$

$$n = 4 \begin{cases} p = G\frac{5\mathfrak{B}^2 + 312\mathfrak{B} + 704}{25\mathfrak{B} + 520\mathfrak{B} + 704} \\ p_0 = G\frac{5\mathfrak{B}^2 + 152\mathfrak{B}}{25\mathfrak{B} + 520\mathfrak{B} + 704} \\ p_1 = G\frac{5\mathfrak{B}^2 - 48\mathfrak{B}}{25\mathfrak{B} + 520 + 704} \end{cases}$$

Wenn der auf die vierte Schwelle übertragene Druck vernachlässigt wird,

$$\text{für } n = 5 \begin{cases} p = G\frac{\mathfrak{B}^2 + 76\mathfrak{B} + 192}{5\mathfrak{B}^2 + 132\mathfrak{B} + 192} \\ p_0 = G\frac{\mathfrak{B}^2 + 40\mathfrak{B}}{5\mathfrak{B}^2 + 132\mathfrak{B} + 192} \\ p_1 = G\frac{\mathfrak{B}^2 - 12\mathfrak{B}}{5\mathfrak{B}^2 + 132\mathfrak{B} + 192} \end{cases}$$

$$\text{für } n = 6 \begin{cases} p = G\frac{7\mathfrak{B}^2 + 600\mathfrak{B} + 1600}{35\mathfrak{B}^2 + 1064\mathfrak{B} + 1600} \\ p_0 = G\frac{7\mathfrak{B}^2 + 328\mathfrak{B}}{35\mathfrak{B}^2 + 328\mathfrak{B} + 1600} \\ p_1 = G\frac{7\mathfrak{B}^2 - 96\mathfrak{B}}{35\mathfrak{B}^2 + 1064\mathfrak{B} + 1600} \end{cases}$$

Betont wird noch, dafs $\mathfrak{B}$ das 8 fache der Zimmermannschen Ziffer γ ist, $\mathfrak{B} = 8\gamma$. Wird diese Gröfse γ eingeführt, so wird für n = 1, also ohne Zwischenöffnung

$$p = G\frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1},$$

das ist die Formel von Hoffmann, der sich auch Zimmermann bedient. Bei n = 2 ergibt sich aus $\mathfrak{B} = 8\gamma$

$$p = G\frac{\gamma + 1}{3\gamma + 1},$$

in der wir die von Ast*) angegebene Gleichung erkennen. Diese Übereinstimmung spricht für die Richtigkeit des hier gewählten Verfahrens.

Setzt man nun die so gefundenen Werte für p, p_0, p_1 in die Momenten-Gleichungen ein, wobei P = G — p zu beachten ist und der auf die vierte Schwelle übertragene Druck (p2) vernachlässigt wird, so entstehen die Werte:

*) Ast. Die Schwelle und ihre Lager. — Organ, Beilage 1898, S. 69, C. W. Kreidel, Wiesbaden.

Gl. VII)

	Stützen-Moment.	Moment unter der Last.
n = 1	$M_1' = -\frac{1}{8} Gl \frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{B} + 1}$	$M_1 = +\frac{1}{8} Gl \frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{B} + 1}$
n = 2	$M_2' = -\frac{1}{3} Gl \frac{\mathfrak{B}}{3\mathfrak{B} + 8}$	$M_2 = \frac{2}{3} Gl \frac{\mathfrak{B}}{3\mathfrak{B} + 8}$
n = 3	$M_3' = -\frac{1}{16} Gl \frac{\mathfrak{B}^2 + 8\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}^2 + 9\mathfrak{B} + 8}$	$M_3 = \frac{1}{16} Gl \frac{5\mathfrak{B}^2 + 12\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}^2 + 9\mathfrak{B} + 8}$
n = 4	$M_4' = -Gl \frac{40\mathfrak{B}}{25\mathfrak{B}^2 + 520\mathfrak{B} + 704}$	$M_4 = 2Gl \frac{5\mathfrak{B}^2 + 32\mathfrak{B}}{25\mathfrak{B}^2 + 520\mathfrak{B} + 704}$
n = 5	$M_5' = +\frac{1}{6} Gl \frac{\mathfrak{B}^2 - 64\mathfrak{B}}{5\mathfrak{B}^2 + 132\mathfrak{B} + 192}$	$M_5 = \frac{13}{6} Gl \frac{\mathfrak{B}^2 + 8\mathfrak{B}}{5\mathfrak{B}^2 + 132\mathfrak{B} + 192}$
n = 6	$M_6' = +2\,Gl \frac{\mathfrak{B}^2 - 44\mathfrak{B}}{35\mathfrak{B}^2 + 1064\mathfrak{B} + 1600}$	$M_6 = 16\,Gl \frac{\mathfrak{B}^2 + 9\mathfrak{B}}{35\mathfrak{B}^2 + 1064\mathfrak{B} + 1600}$

Das Moment unter der Last ist allgemein $M = c_1\,Gl$. Die Werte dieser Momentenziffern c_1 sind in Zusammenstellung II für verschiedene $\mathfrak{B}$ und für $n = 1$ bis $n = 6$ gegeben.

Zusammenstellung II.

c_1-Werte für die Laststelle auf der Schwelle.

$\mathfrak{B}$	n = 1	2	3	4	5	6
0	0.00000	0,00000	0.00000	0.00000	0,00000	0,00000
5	0,10378	0,14493	**0,14822**	0,14507	0,14414	0,14364
10	0,11364	0,17544	0.19567	**0.19515**	0,19383	0,19313
15	0,11717	0,18874	0,[illegible]21[illegible]9	**0,22719**	0.226[illegible]2	0.22642
20	0,11905	0,19607	0,23798	0,25018	**0,25111**	**0,25141**
25	0,12019	0,20[illegible]80	0.24949	0,26761	0.27014	**0,27158**
30	0,12096	0,20404	0,25785	0,28136	0.28548	**0.28791**
35	0.12152	0.20648	0.26429	0.29255	0,29815	**0,30153**
40	0,12195	0.20833	0.26962	0.30176	0,30879	**0,31309**
45	0,12228	0,20[illegible]78	0.27340	0,30951	0,31786	**0,32304**
50	0,12255	0.21097	0,27679	0.31611	0,32570	**0,33169**
55	0,12276	0,21194	0.27963	0,32173	0,33253	**0,33931**
60	0,12293	0.21275	0.28206	0,32682	0,33854	**0,34606**
65	0,12310	0,21346	0,28402	0,3312[illegible]	0.34388	**0,35200**
70	0,12323	0,21409	0,28505	0,33508	0.34864	**0,35738**
75	0.12335	0.21459	0,28781	0,33855	0,35292	**0,36223**
80	0,12346	0.21505	0,28900	0.34165	0,3[illegible]679	**0,36663**
85	0,12357	0.21546	0,2[illegible]026	0,34448	0.36028	**0,37064**
90	0,12362	0,21582	0,29140	0.34734	0,36350	**0,37428**
95	0,12369	0,21616	0 29243	0,34932	0,36642	**0,37767**
100	0,12376	0,21644	0,29330	0,35139	0,36913	**0,38078**

$M = c_1\,G\,l.$

Die Werte der Zusammenstellungen I und II sind nicht erheblich verschieden, für $n = 6$ sind sie am gröfsten. Sie beruhen auf strenger Theorie, nur in der Wahl der Bahnziffer $\mathfrak{B}$ liegt eine gewisse Willkür, und zwar ist in $\mathfrak{B} = \frac{48\,EJ}{\eta\,l}$ nur die Schwellenziffer η nicht mit mathematischer Sicherheit anzugeben, sie kann aber durch Belastungsversuche stets mit genügender Sicherheit ermittelt werden. Demnach werden die aus diesen Betrachtungen herzuleitenden Schlüsse auch den Tatsachen entsprechen.

XI. Folgerungen.

1. Das gröfste Moment für die Mitte des Feldes tritt ein:
für $\mathfrak{B} = 5$ bis 40, bei $n = 5$;
» $\mathfrak{B} = 40$ » 100, » $n = 6$,
für die Stützpunkte für $\mathfrak{B} = 20$ bis 100 bei $n = 6$.

2. Die kleinsten c und c_1 Werte traten bei $n = 1$ auf, so dafs das Winklersche gröfste Moment gewissermafsen als kleinstes betrachtet werden kann.

Bei Belastung der Feldmitte hat die elastische Nachgiebigkeit im Falle $n = 1$ keinen Einflufs.

Bei der Winklerschen Belastungsannahme übt die elastische Nachgiebigkeit nur dann einen Einflufs aus, wenn die Lasten unsymmetrisch zur Mitte stehen. Hieraus erklärt sich, dafs Loewe den Einflufs der Bettungsziffer C zwischen den Grenzwerten 4 und 40 als unbedeutend erkennt; so findet er für die endliche Schiene im 10. Felde bei Mittelstand des Rades für $C = 4$ $M = 0{,}1835\,Pl$,
» $C = 40$ $M = 0{,}1811\,Pl$.

Er findet also eine kleinere Ziffer als Winkler für den unendlichen, aber auf unverdrückbaren Stützen liegenden Träger.

3. Aus der hier geführten Untersuchung geht hervor, dafs die gröfsten Momente nicht durch Lasten von Lokomotiven mit kurzen Achsständen, sondern bei gleichem Radgewichte durch getrennte Achsen in gröfseren Achsständen hervorgerufen werden, ein Umstand, der von allen früheren Forschern aufser Acht gelassen ist.

Zum Schlusse soll noch die Untersuchung der etwa vorkommenden ungewöhnlichen Inanspruchnahmen durchgeführt werden.

XII. Ungewöhnliche Inanspruchnahme der Schienen.

Wegen ungleicher Unterstopfung können einzelne Schwellen hart aufliegen, während andere hohl liegen. Steht ein Rad über einer hohl liegenden Schwelle, so hat das Tragfeld die Länge der doppelten Schwellenteilung.

Der ungünstigste Fall träte ein, wenn jedes Rad der Lastreihe auf eine hohl liegende Schwelle träfe, und dieser Fall soll untersucht werden. Er entspricht dem Lastfalle des Abschnittes X, mit dem Unterschiede, dafs die Lastschwelle keinen Gegendruck p erfährt, also wird in den entwickelten Gleichungen in $P = G - p$, $p = 0$, also $P = G$. Die Gleichungen der Stützenmomente (S. 303) lauten danach:

$$\text{Für } n = 1 \quad M'_1 = -\frac{1}{4}\,Gl.$$

$$\text{» } n = 2 \quad M'_2 = -\frac{1}{6}\,Gl.$$

$$\text{» } n = 3 \quad M'_3 = -\frac{1}{8}\,Gl\left(1 - \frac{p_1}{G}\right).$$

$$\text{» } n = 4 \quad M'_4 = -\frac{1}{10}\,Gl\left(1 - 4\,\frac{p_1}{G}\right).$$

$$\text{» } n = 5 \quad M'_5 = -\frac{1}{12}\,Gl\left(1 - 2\,\frac{3\,p_1 + 2\,p_2}{G}\right).$$

$$\text{» } n = 6 \quad M'_6 = -\frac{1}{14}\,Gl\left(1 - 4\,\frac{2\,p_1 + 3\,p_2}{G}\right).$$

Durch die oben gezeigte zweimalige Integration der Differenzial-Gleichung der elastischen Linie erhält man die Schwellen-Gegendrücke:

$$\text{Für } n = 3 \quad p_1 = G\,\frac{\mathfrak{B} - 6}{3\,\mathfrak{B} + 10}.$$

$$\text{» } n = 4 \quad p_1 = \frac{1}{4}\,G\,\frac{5\,\mathfrak{B} - 48}{5\,\mathfrak{B} + 16}.$$

$$\text{» } n = 5 \quad \begin{cases} p_1 = G\,\dfrac{\mathfrak{B}^2 + 2\,\mathfrak{B} - 64}{5\,\mathfrak{B}^2 + 132\,\mathfrak{B} + 192} \\[2ex] p_2 = G\,\dfrac{\mathfrak{B}^2 - 16\,\mathfrak{B} + 32}{5\,\mathfrak{B}^2 + 132\,\mathfrak{B} + 192}. \end{cases}$$

$$\text{» } n = 6 \quad \begin{cases} p_1 = \dfrac{1}{2}\,G\,\dfrac{7\,\mathfrak{B}^2 + 280\,\mathfrak{B} - 1920}{21\,\mathfrak{B}^2 + 1136\,\mathfrak{B} + 3136} \\[2ex] p_2 = \dfrac{1}{2}\,G\,\dfrac{7\,\mathfrak{B}^2 - 128\,\mathfrak{B} + 384}{21\,\mathfrak{B}^2 + 1136\,\mathfrak{B} + 3136}. \end{cases}$$

Wird diese Wertreihe in die Gleichungen der Stützenmomente eingesetzt und berücksichtigt, dafs das Moment unter der Last $M = \frac{1}{2}\,Gl + M'$ beträgt, so entstehen folgende Momente unter der Last:

Stützenmomente. — Angriffsmomente.

$$
\text{Gl. IV)}\left\{\begin{array}{lll}
n=1 & M'_1=-\frac{1}{4}\,G\,l, & M_1=\frac{1}{4}\,G\,l,\\[4pt]
n=2 & M'_2=-\frac{1}{6}\,G\,l, & M_2=\frac{1}{3}\,G\,l,\\[4pt]
n=3 & M'_3=-\frac{1}{4}\,G\,l\,\frac{\mathfrak{B}+18}{3\,\mathfrak{B}+10}, & M_3=\frac{1}{4}\,G\,l\,\frac{5\,\mathfrak{B}+12}{3\,\mathfrak{B}+10},\\[4pt]
n=4 & M'_4=-\frac{1}{4}\,G\,l\,\frac{\mathfrak{B}+16}{5\,\mathfrak{B}+16}, & M_4=\frac{1}{4}\,G\,l\,\frac{9\,\mathfrak{B}+16}{5\,\mathfrak{B}+16},\\[4pt]
n=5 & M'_5=\frac{1}{12}\,G\,l\,\frac{5\,\mathfrak{B}^2-184\,\mathfrak{B}-448}{5\,\mathfrak{B}^2+132\,\mathfrak{B}+192}, & M_5=\frac{1}{12}\,G\,l\,\frac{35\,\mathfrak{B}^2+608\,\mathfrak{B}+704}{5\,\mathfrak{B}^2+132\,\mathfrak{B}+192},\\[4pt]
n=6 & M'_6=\frac{1}{2}\,G\,l\,\frac{7\,\mathfrak{B}^2-112\,\mathfrak{B}-1216}{21\,\mathfrak{B}^2+1136\,\mathfrak{B}+3136}. & M_6=2\,G\,l\,\frac{7\,\mathfrak{B}^2+256\,\mathfrak{B}+480}{21\,\mathfrak{B}^2+1136\,\mathfrak{B}+3136}.
\end{array}\right.
$$

Die Vorziffern der Momente M gemäfs der allgemeinen Gleichung $M=c_2\,G\,l$ sind in Zusammenstellung III für verschiedene $\mathfrak{B}$ und n angegeben.

Zusammenstellung III.

c_2-Werte für Aufstellung jeder Last über einer hohl liegenden Schwelle.

$\mathfrak{B}$	n = 1	2	3	4	5	6
0	0,25000	0,33333	0,30000	0,25000	0,30555	**0,30612**
5	„	„	0,33888	0,37195	0,39483	**0,41430**
10	„	„	0,35833	0.40151	0.42505	**0,45071**
15	„	„	0,37000	0,41483	0,44735	**0,47347**
20	„	„	0.37700	0,42241	0,46328	**0,49045**
25	„	„	0,38334	0,42730	0,47578	**0,50402**
30	„	„	0,38750	0,43072	0,48586	**0,51536**
35	„	„	0,39074	0 43324	0.49418	**0,52506**
40	„	„	0,39333	0.43518	0,50118	**0,53349**
45	„	„	0,39546	0.43672	0.50716	**0,54091**
50	„	„	0.39722	0,43793	0.51231	**0,54751**
55	„	„	0,39872	0,43900	0,51682	**0,55312**
60	„	„	0,40003	0.43[illegible]87	0.52078	**0,55876**
65	„	„	0,40111	0,44061	0,52429	**0,56360**
70	„	„	0,40208	0,44125	0,52743	**0,56802**
75	„	„	0,40293	0,44181	0,53025	**0,57207**
80	„	„	0,4[illegible]370	0,442[illegible]4	0,53281	**0,57579**
85	„	„	0,40430	0,44280	0 53512	**0,57922**
90	„	„	0.40500	0.44313	0.53723	**0,58240**
95	„	„	0,40555	0,44349	0,53917	**0,58536**
100	„	„	0,40606	0,44379	0.54095	**0,58812**

$M=c_2\,G\,l.$

In allen abgeleiteten Gleichungen ist das Biegungsmoment durch $M=c\,.\,G\,l$ ausgedrückt. Die c-Werte sind auf statisch zutreffende Weise ermittelt. Die Lastteilung $a=(n+1)\,l$, für die die c-Werte bei gegebener Bahnziffer $\mathfrak{B}$ am gröfsten werden, ist in den Zusammenstellungen I bis III durch fetten Druck ersichtlich gemacht.

Um das auf einer Bahnstrecke auftretende gröfste Moment aus den Zusammenstellungen abzulesen, ist es nur nötig, die Bahnziffer $\mathfrak{B}$ den tatsächlichen Verhältnissen, bezüglich der Schwellenziffer η durch Versuch, zu bestimmen. Ist beispielsweise $\mathfrak{B}=80$, so ist

a) das gröfste Moment in der Öffnungsmitte nach Zusammenstellung I für $n=6$

$$M_a=0{,}41797\,G\,l,$$

b) dasjenige über der Schwelle nach Zusammenstellung II für $n=6$ $\qquad M_b=0.36663\,G\,l,$

c) dasjenige über einer ungestopften Schwelle nach Zusammenstellung III für $n=6$

$$M_c=0{,}57579\,G\,l.$$

In einer gut erhaltenen Bahnstrecke treten über den Schwellen kleinere Momente auf, als in den Teilungsmitten; bei schlechter Unterhaltung ist das umgekehrt, wie aus $M_b < M_a < M_c$ folgt.

Die Voraussetzung des Falles c), dafs jede Last auf eine hohl liegende Schwelle trifft, ist freilich wohl den Tatsachen gegenüber zu ungünstig. Da aber auch bei regelmäfsigen Verhältnissen wohl stets kleine Spielräume zwischen Schiene und Schwelle und zwischen Schwelle und Bettung hier und dort vorkommen, so werden die wirklichen Momente, wenn auch kleiner als M_c, doch sicher gröfser sein als M_a und M_b. Setzt man daher das wirklich auftretende Moment über der Schwelle schätzungsweise mit

$$M_s=\frac{M_b+M_c}{2}$$

an, so würde in dem obigen Beispiele

$$M_s=\frac{1}{2}(0.36663+0{,}57579)\,G\,l=0{,}47121\,G\,l$$

immerhin wesentlich gröfser als M_a. Wir sind also berechtigt zu behaupten, dafs die Schiene auf den Schwellen nicht minder beansprucht wird als in Teilungsmitte.

Hieraus erklärt sich die Tatsache, dafs Schienenbrüche über oder nahe den Schwellen nicht seltener vorkommen als in Teilungsmitte.

Demnach können die in Zusammenstellung I angegebenen Momente als die wirklich auftretenden gröfsten Momente für jeden Punkt der Mittelfelder betrachtet werden.

XIII. Auftragung der Ergebnisse (Taf. XLIX).

Zum Schlusse wird noch eine zeichnerische Übersicht über die erlangten Ergebnisse auf Tafel XLIX beigefügt.

In Zusammenstellung IV (Seite 308) sind die Bahnziffern für die Stahlschienen der rumänischen Staatsbahnen für $E=2040\ t/cm^2$ und $\eta=10$ t angegeben.

Abb. 1, Taf. XLIX zeigt diese Bahnziffern $\mathfrak{B}$ als Höhen zu den Schwellenteilungen l als Längen. Verbindet man die zu demselben Schienenquerschnitte gehörigen Punkte durch krumme Linien, so erhält man die Bahnziffer-Linien.

Zusammenstellung IV.

Bahn-Ziffern $\mathfrak{B}$.

$E = 2040\ t/cm^2,\ \eta = 10\ t/cm,\ \mathfrak{B} = \frac{48 . E . J}{\eta\, l^3}$.

Gewicht	Trägheitsmoment	Widerstandsmoment	Schwellenteilung l =					
der Schiene			50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
kg/m	J	$\frac{J}{e}$	$\mathfrak{B}$ =					
17,0	236.00	55,23	18.487	10,697	6.737	4,513	3,170	2,310
24,0	451,03	85,29	35.410	20,492	12.904	8,645	6,043	4,426
27,0	526.75	92,90	41,407	23.958	14.798	10.109	7,100	5,175
30,0	631,75	108,92	49,498	28,639	18.064	11,101	8,499	6.196
32,0	735,88	112.41	57,646	33,216	21,008	14,073	9,884	7,205
32,75	863.43	138,00	67,477	39,142	24,649	16,493	11,597	8,454
36,0	967,54	140,49	75,793	43,815	27,621	18.308	12,996	9,474
40,0	1144,00	172,00	89,616	51,861	32,659	21,879	15,366	11,202

Abb. 2, Taf. XLIX zeigt die Linie der gröfsten Momente aus Zusammenstellung I, deren Höhen die $\mathfrak{B}$-Werte und deren Längen die c-Werte sind. Für eine bestimmte Schwellenteilung l entnehme man die der gewählten Schiene zugehörige Bahnziffer $\mathfrak{B}$ aus Abb. 1, Taf. XLIX im Schnittpunkte des entsprechenden Lotes mit der Linie. Schneidet man durch die zugehörige Wagerechte die Momentenlinie in Abb. 2 Taf. XLIX, so wird die Länge des Schnittpunktes die Momentenziffer c angeben. Man kann aber auch $c\, l = z$ zeichnerisch darstellen (Abb. 3, Taf. XLIX), indem man die Gleichung $c : 1 = z : l$ in Reihenfolge der Gröfse l löst. Zieht man die Senkrechte von c bis zum Durchschnitte mit der entsprechenden Linie l, so erhält man die Höhe $z = c\, l = \frac{M}{G}$.

Die Spannung der Schiene ist $\sigma = \frac{M . e}{J} = \frac{M}{J}$.

In Abb. 3, Taf. XLIX ist $z = \frac{M}{G}$ zeichnerisch dargestellt, also ist $\sigma = \frac{z\, G}{J}$.

In Abb. 4, Taf. XLIX ist $\frac{z}{J} = \frac{\lambda}{1}$ für die in Abb. 1, Taf. XLIX enthaltenen Schienenquerschnitte dargestellt.

Zieht man die Wagerechte von z bis zum Schnitte mit der Linie J und von da lotrecht, so erhält man auf der Wagerechten der Abb. 4, Taf. XLIX die Gröfse λ.

Die Spannung der Schiene ist nun ausgedrückt $\sigma = \lambda\, G$.

Auf Taf. XLIX ist das Verfahren durch gestrichelte Linien für eine 30 kg/m schwere Schiene gezeigt.

Bei $l = 60$ cm $\qquad l' = 90$ cm

wird gefunden

$\mathfrak{B} = 28{,}7 \qquad \mathfrak{B}' = 8{,}5$

$c = 0{,}335 \qquad c' = 0{,}260$

$z = 20{,}0 \qquad z' = 23{,}5$

$\lambda = 0{,}185 \qquad \lambda' = 0{,}215$

Die genaue Rechnung gibt

$\mathfrak{B} = 28{,}639 \qquad \mathfrak{B}' = 8{,}499$

$c = 0{,}33514 \qquad c' = 0{,}25976$

$z = 20{,}108 \qquad z' = 23{,}378$

$\lambda = 0{,}1845 \qquad \lambda' = 0{,}2146$

Die Tafel gibt also bezüglich λ eine Genauigkeit bis 0,0005.

XIV. Schlufs.

Die Betrachtungen mögen mit dem Hinweise schliefsen, dafs das gröfste Schienenmoment

$$M = c\, G\, l$$

nicht nur von G und l, sondern auch von den Gröfsen E J und η abhängt.

Der Einflufs dieser Gröfsen auf den Wert c ist vollständig erörtert worden. Diese gröfsten c-Werte der Zusammenstellung I sind in Abb. 2, Taf. XLIX als Längen, die zugehörigen $\mathfrak{B}$ als Höhen aufgetragen und die so erhaltene Linie ist von $\mathfrak{B} = 5$ bis $\mathfrak{B} = 80$ bei glücklicher Wahl der Mafsstäbe für $\mathfrak{B}$ und c genau genug als Kreisbogen der Gleichung $(X - \alpha)^2 + (Y - \beta)^2 = r^2$ zu zeichnen, in der α und β die Höhe und Länge des Mittelpunktes und r den Halbmesser darstellen. Y entspricht den $\mathfrak{B}$-Werten. Da der Mafsstab für $\mathfrak{B}$ 1 mm = 1 und für c 1 mm = 0,002 ist, so ist

$$c = 0{,}002\, X \text{ oder } X = 500\, c.$$

Die Gleichung lautet nun:

$$(500\, c - \alpha)^2 + (\mathfrak{B} - \beta)^2 = r^2.$$

Aus drei Punkten des Bogens können nun α, β und r bestimmt werden.

Die Berechnung gibt

$$r = 135{,}4,\ \alpha = 85{,}89,\ \beta = 136{,}4$$
$$\text{oder } \beta = r + 1.$$

Diese Werte geben

$$(500\, c - 85{,}89)^2 + (\mathfrak{B} - r - 1)^2 = r^2$$

oder $500^2 (c - 0{,}1718)^2 + (\mathfrak{B} - 1)(\mathfrak{B} - 1 - 2\, r) = 0$

$$c = 0{,}1718 + 0{,}002 \sqrt{(\mathfrak{B} - 1)(2\, r + 1 - \mathfrak{B})}$$

oder, wenn $r = 135{,}4$ eingesetzt wird,

$$c = 0{,}1718 + 0{,}002 \sqrt{(\mathfrak{B} - 1)(271{,}8 - \mathfrak{B})}.$$

Das der Gleichungsgruppe VI entsprechende gröfste Moment kann also durch die Gleichung ausgedrückt werden:

$$M_{gr} = G\, l \left[0{,}1718 + 0{,}002 \sqrt{(\mathfrak{B} - 1)(271{,}8 - \mathfrak{B})}\right],$$

die der Verfasser zur Berechnung des gröfsten Momentes der Schiene endgültig in Vorschlag bringt.

Es wird beabsichtigt, diesen Untersuchungen demnächst noch Betrachtungen über den Schienenstofs folgen zu lassen.

STEINERNE BAUWERKE

DER

NEBENBAHN STETTIN-JASENITZ,

DIREKTIONSBEZIRK STETTIN.

VON

PUSTAU,

REGIERUNGS- UND BAURAT IN FRANKFURT A. M.

MIT ZEICHNUNGEN AUF TAFEL L UND 8 TEXTABBILDUNGEN.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1907.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL's VERLAG.

1907.



Steinerne Bauwerke der Nebenbahn Stettin-Jasenitz, Direktionsbezirk Stettin.

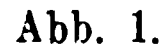
Von **Pustau**, Regierungs- und Baurat in Frankfurt a. M.

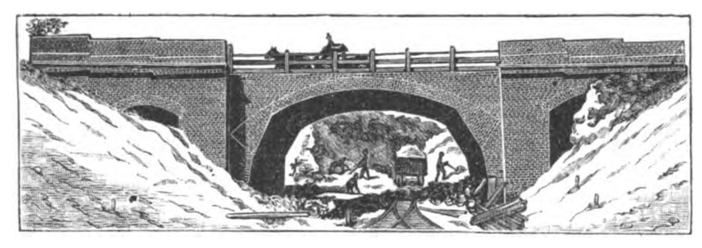
Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 11 auf Tafel L.

Die Vorteile der Steinbauten vor eisernen liefsen es bei dem in den Jahren 1896/98 erfolgten Bau der Nebenbahn Stettin-Jasenitz als zweckmäfsig erscheinen, nach Möglichkeit bei den Wege-Über- und Unterführungen und Durchlässen Eisen zu vermeiden. Bei Strafsen-Überführungen erscheint die Verwendung von eisernen, nahe über den Schornsteinen der Lokomotiven liegenden Überbauten als ungeeignet, da der Rauch das Eisen stark angreift und auf die Dauer zerstört. Auch geben die steinernen Bauwerke in der Regel das befriedigendere Bild, was namentlich in und bei Städten von Bedeutung ist.

Um die Steinbauten wirtschaftlich mit eisernen in Wettbewerb treten lassen zu können, war es erforderlich, ihre Höhe möglichst klein zu halten.

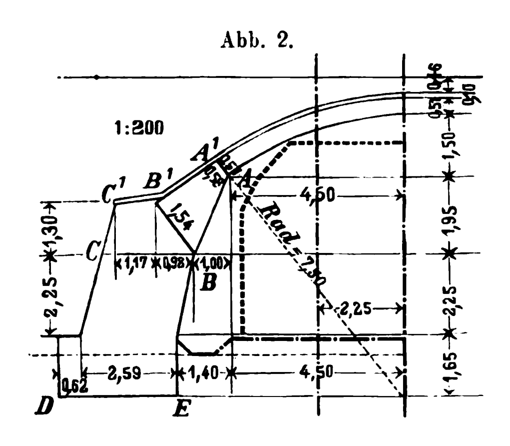
Bei dem in Textabb. 1 dargestellten Bauwerke, dessen


Abb. 1.



halben Querschnitt Textabb. 2 zeigt, ist diese Aufgabe für Überführungen über zwei Gleise gelöst worden. Zugleich sind

Abb. 2.



bei dieser Überführung durch die Durchführung beider Bahngräben besondere Bauanlagen für die Durchleitung der Gräben vermieden, und bei dem grofsen Lichtraume der Überführung hat der Lokomotivführer freien Durchblick.

Im wesentlichen unterscheidet sich die Ausbildung des Querschnittes dieser Überführung von der gebräuchlichen Bauweise durch die Anordnung in der Ansicht des Bauwerkes sichtbar bleibender Widerlager-Verkragungen mit Fugen in der Richtung der Kämpferfuge. Auf die so entstehende geknickte innere Begrenzungslinie weist die Umrifslinie des lichten Raumes hin, die Form ist aber auch für Unterführungen brauchbar, da die Fufswege weniger Höhe erfordern als die Fahrstrafse.

Die Untersuchung der Standfähigheit der Bauwerke ist mittels Zeichnens von Drucklinien erfolgt. Hierbei ist angenommen, dafs das Gewölbe bis zur Fuge AA^1 (Textabb. 2) reicht, dafs in AA' das Widerlager beginnt und die im Widerlager durch Eigengewicht, Gewicht der Belastung und Erdschub auftretenden Kräfte die Gröfse des Schubes im Gewölbescheitel nicht beeinflussen. Dieser Zuweisung der Auskragung zum Widerlager entsprechend ist die Vorkragung bis nach der Ausrüstung des Gewölbes zu unterstützen. Die erste Formänderung in der Vorkragung besteht dann in ihrem Abheben vom Gerüste unter dem freiwerdenden Gewölbeschube. Die Ausrüstung erfolgt am besten mit Sandtöpfen; das Lehrgerüst senkt sich hierbei allmälig und zwar in der Mitte am raschesten, da hier der stärkste Druck herrscht. Sind zu viele Sandtöpfe vorhanden, um sie alle auf einmal zu bedienen, so müssen die mittleren zuerst geöffnet werden.

Als Drucklinien kommen für die Untersuchung in Frage:

1. Die Drucklinie für volle Eigen- und Verkehrs-Last: auf das Widerlager und die Hinterfüllung wirkt nur die Eigenlast, hiernach bestimmt sich hauptsächlich die Lage der Punkte A^1, B^1, C, D der Begrenzungslinie (Textabb. 2).

2. Die Drucklinie für Eigenlast und einhälftige Verkehrslast auf dem Gewölbe und der Auskragung neben dem Widerlager. Die Schüttung hinter dem Widerlager trägt Verkehrslast.

   Von dieser Drucklinie hängt die Lage der Begrenzungslinie A B E ab und die Neigung der Fuge BB' mufs zu ihr passen. Denn da diese Drucklinie die steilste von allen ist, so kann sie am leichtesten aus dem Reibungswinkel an der Rechtwinkeligen zu dieser Fuge heraustreten. Dabei entstände die Gefahr des Abrutschens nach innen auf der Fuge BB^1 und eine Rückwirkung auf den Schub, die die Voraussetzung, dafs die Vorkragung zum Widerlager gehört, unzutreffend machen würde.

3. Gewölbe und Widerlager sind unbelastet, die Vorkragung und die Hinterfüllung belastet.

   Die Drucklinie dieses Zustandes beeinflufst ebenfalls die Lage der Begrenzungslinie A B E (Textabb. 2), zugleich wird durch sie die Zulässigkeit der Neigung der Fuge BB^1 geprüft.

4. Gewölbe und Widerlager sind unbelastet, die Hinterfüllung fehlt. Die Drucklinie beeinflufst die Gröfse des über C B liegenden Teiles des Widerlagers mit wagerechten Fugen CBC^1B^1 (Textabb. 2), da die Lage der Drucklinie zur Fuge C B innerhalb des Reibungswinkels an einer Rechtwinkeligen zur Fuge C B liegen und dies durch das Gewicht von CBC^1B^1 erreicht werden mufs.

5. Das Gewölbe und Widerlager sind unbelastet, Hinterfüllung ist vorhanden.

Hierdurch wird festgestellt, wie hoch das Widerlager bei der Bauausführung einseitig angeschüttet werden kann.

Das Pfeilverhältnis des Gewölbes ist klein, daher fallen die Mittellinie und die Drucklinie aus Eigen- und halber Verkehrs-Last des ganzen Gewölbes ziemlich zusammen, der Ausschlag in der Lage der Drucklinie bei den angeführten Belastungen ist bis zur Kämpferfuge des Gewölbes nur gering und die Last der Überschüttung des Gewölbes kann möglichst klein sein.

Die Verhältnisse des Bauwerkes sind so gewählt, dafs für das Gewölbe die Stärke von zwei Steinen ausreicht.

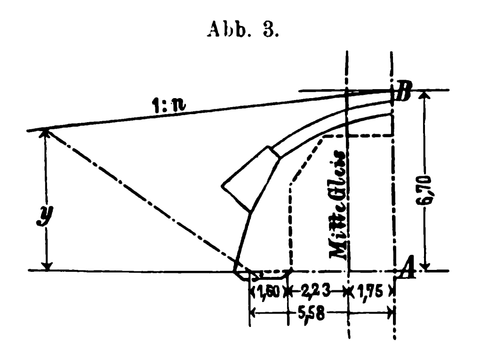
Da das Pfeilverhältnis des Gewölbes nur 0,17 ist und die geringste Überschüttung des Gewölbes nur 0,35 m zu sein braucht, so ist die Bauhöhe im Verhältnis zu der anderer Gewölbe gering, was der Anordnung des vorgekragten schräg gefugten Widerlagerteiles zugeschrieben werden mufs.

Die in Textabb. 1 und 2 dargestellte Überführung dient für zwei in 4,50 m oder in 3,50 m Mittenabstand liegende Gleise. Die geringste lichte Höhe zwischen Schienenoberkante und Scheitel der inneren Gewölbelaibung ist bei 7 cm Spielraum zwischen Laibung und Umrifslinie für 4,50 m Gleisentfernung = 5,50 m, für 3,50 m Gleisentfernung = 5,30 m.

Bis zur Fahrbahnkrone kommen 0,51 + 0,10 + 0,35 = 0,96 m hinzu, sodafs diese 6,46 m oder 6,26 m über SO liegt. Die Bauhöhe über der Umrifslinie beträgt hiernach 1,70 m oder 1,50 m. Liegt die Schienenoberkante 0,[illegible] m oder 0,43 m über der Unterbaukrone, so liegt die Fahrbahnkrone in der Mitte des Bauwerkes rund 7,0 m oder 6,7 m über der Unterbaukrone.

Bei geneigter Strafse ist die Bauhöhe zwischen Strafsenkrone und Umrifslinie in der Gleismitte geringer (Textabb. 3).

Abb. 3.



Für diesen Fall folgt die kleinste Einschnittstiefe y (Textabb. 3) für Nebenbahnen und 3,5 m Gleismittenabstand aus

$$\mathrm{A\,B} = 6{,}7 = y + \frac{1}{n}(5{,}58 + 1{,}5\,y)$$

$$\text{zu } y = \frac{6{,}7\,n - 5{,}58}{1{,}5 + n}.$$

Danach folgen die Werte:

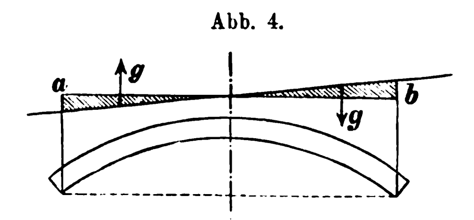
n =	40	30	25	20	15	10
y^m	6,32	6,20	6,11	5,97	5,75	5,32
über S. O. m	5,89	5,77	5,68	5,54	5,32	4,89

Für Hauptbahnen ist anstelle von 6,7 m 6,8 m und von 5,58 m 6,90 m in die Formel zu setzen, dann folgen die Werte:

y^m	6,39	6,25	6,16	6.00	5.76	5,30
über S. O. m	5,86	5,72	5,63	5,47	5 23	4,78

Bei der Nebenbahn Stettin—Jasenitz sind Wege im Gefälle von 1 : 10 überführt worden. In solchen Fällen, auch schon bei flacherer Neigung mufs mit Rücksicht auf die geringe Überschüttungshöhe bei der Untersuchung die Ungleichheit der Belastung der Gewölbehälften durch Eigenlast berücksichtigt werden. Der Schub wurde für die Belastungslinie a b (Textabb. 4) ermittelt und dann das Gewicht der überstrichelten Fläche links fortgenommen und rechts hinzugesetzt.

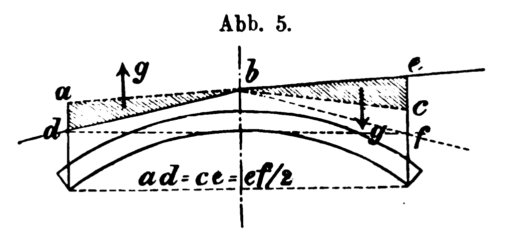
Abb. 4.



In der Scheitelfuge des Gewölbes entsteht dabei eine Querkraft $= 0{,}8 \cdot \frac{1}{3}\,g$.

Ist die Neigung des Weges auf beiden Seiten des Gewölbes verschieden, so ist der Schub nach Textabb. 5 für die

Abb. 5.



symmetrische Belastung a b c zu bestimmen und dann a b d links weg und b c e rechts hinzugesetzt zu denken. Die Begrenzung a b c ergibt sich aus c f = c e = a d.

Bei langen Überführungen ist der Gewinn an Bauhöhe durch rampenartige Führung ein sehr erheblicher.

Das schräg gefugte Widerlager wird meist an der Seite mit der niedrigen Lage der Wegkrone der verminderten Last wegen tiefer hinuntergeführt werden müssen, als es bei horizontaler oder wenig geneigter Fahrbahn der Fall ist, damit der Druck auf das wagerecht gefugte Mauerwerk dieses innerhalb des Reibungswinkels trifft.

Da die Kämpferkraft des Gewölbes durch das Gewicht der Vorkragung und ihrer Belastung sowie durch den Erddruck auf diese Widerlagsteile stark nach unten abgelenkt wird, bevor sie in das wagerecht gefugte Widerlager gelangt, so kann dieses in der Fuge C—B (Textabb. 2) entsprechend geringe Stärke haben, und eine Übermauerung, welche das Gewicht des Widerlagers bis zur Fuge C—B erhöhen soll, ist nur in geringem Mafse oder gar nicht nötig.

Eine Übermauerung über dem Gewölbe und der Vorkragung kann in Rücksicht auf die Standsicherheit des Bauwerkes ganz fehlen. Weil die Verkragung nach der Tiefe aus



Läufern hergestellt wird, ist sie gegen Längsspannungen bedeutend fester, als das Gewölbe selbst.

Besonders wichtig ist die durch die Anordnung der schräg gefugten Widerlager erzielte gute Übertragung der Druckkräfte vom Gewölbe auf das wagerecht gefugte Widerlager und die gute Verteilung der Druckkräfte im Mauerwerke selbst.

Die Vorteile, die sich durch die in der Richtung der Kämpferfuge gefugte Auskragung bei dem Entwurfe der Überführung mit beschränkter Bauhöhe ergaben, sind auch für die Entwürfe der Überführungen mit gröfserer Höhe, der Wegeunterführungen und Durchlässe der genannten Nebenbahn nutzbar gemacht worden.

Je gröfser das Pfeilverhältnis eines Gewölbes, desto steiler tritt die Drucklinie aus dem Gewölbe in das schräg gefugte Widerlager und da dieses die Aufgabe hat, die Drucklinie so weit herabzudrücken, dafs sie im wagerecht gefugten Mauerwerke im Reibungswinkel der Fugen liegt, so wird das Gewicht und somit die Länge des schräg gefugten Widerlagerteiles in der Richtung der Drucklinie gemessen mit wachsendem Pfeilverhältnisse abnehmen. Die Grenzlage der Kämpferfuge eines Gewölbes bildet die Bruchfuge bei einem Mittelpunktswinkel von 120°, da angenommen werden kann, dafs die unter dieser Bruchfuge liegenden Massen eines Gewölbes die Gröfse des Schubes nicht mehr beeinflussen.

Das schräg gefugte Widerlagsmauerwerk mufs deshalb bei reichlich vorhandener Bauhöhe wenigstens bei der vorbezeichneten Grenzlage der Kämpferfuge beginnen, besser fängt es, wie sich bei den Untersuchungen ergibt, etwas oberhalb dieser Grenzlage an.

Die Zeichnungen (Abb. 1 bis 9, Taf. L) zeigen verschiedene Ausbildungen der schräggefugten Widerlagsteile bei verschiedenen Pfeilverhältnissen.

Bei den Durchlässen bis 1,50 m Weite und hohen Überschüttungen wurde durch Anordnung der schräg gefugten Auskragung erreicht, dafs die Gewölbestärke auch unter Überschüttungshöhen von 16 m nur 0,38 m zu sein braucht.

Diese Ausbildung hat sich als sehr fest und zur Aufnahme der Erdlast sehr geeignet erwiesen. In einem Falle mufste die erste Lage Boden gleich in 3 m Höhe der Länge des Durchlasses nach fortschreitend geschüttet werden, ohne dafs sich Änderungen im Durchlasse zeigten und bei einem Dammbruche, der dadurch herbeigeführt wurde, dafs der Durchlafs auf nachträglich aufweichendem Tonuntergrunde erbaut war, wurde unter dem etwa 16 m hoch geschütteten Damme ein Teil des Durchlasses senkrecht heruntergedrückt, ohne dafs sich sein Querschnitt verändert hätte.

Die Stirnen der Bauwerke (Abb. 5 und 7, Taf. L) sind den von Gehlen angegebenen*) nachgebildet.

Bei beschränkter Bauhöhe ist durch die Anordnung des schräg gefugten Mauerwerkes erreicht, dafs nur ganz geringe Überschüttung auf die Flachschicht des Gewölbes gebracht werden kann (Abb. 1 bis 5, Tafel L). Die Verwendung vom Formsteinen war nirgend nötig, und die Ausführung der Bauten zeigte keine Schwierigkeit.

Für die Herstellung der schräg gefugten Widerlagerteile sind etwa dieselben Preise bezahlt, wie für das übrige Widerlagermauerwerk.

Es sind nach der Ausrüstung und der Inbetriebnahme der Bauwerke keinerlei Risse oder sonstige Erscheinungen aufgetreten, die vermuten liefsen, dafs die hier angegebenen Grundsätze auf falschen Voraussetzungen beruhten.

Auch haben sich in den zehn Jahren, die die gewölbten Bauwerke mit geringer Überschüttungshöhe stehen, keine Frostschäden am Gewölbe und der Abdeckung gezeigt. Diese Erfahrung ist erst abgewartet, bevor diese Veröffentlichung angängig erschien.

Da die Gewölbe bei der Belastung elastischer Formänderungen unterliegen, so entstehen zwischen Gewölbe und den Stirnaufmauerungen feine Risse, eine sorgfältig ausgeführte Filzabdeckung über die ganze Hinterfläche der Stirnen und auf der Gewölbeabdeckung ist daher durchaus erforderlich.

Die nachstehend zusammengestellten Messungen der Einsenkung der Gewölbe zeigen, dafs man mit 7 ‰ der Spannweite des Gewölbes ein ausreichendes Mafs für die dem Lehrgerüste zu gebende Überhöhung einsetzt.

Ferner ist es nicht zweckmäfsig, die Gewölbe zu frühzeitig auszurüsten; sie bleiben am besten 28 Tage auf der Rüstung; jedenfalls soll man bei Spannweiten über 10 m hiervon nicht abweichen, wenn man keine erheblichen Einsenkungen haben will.

Bei der Nebenbahn Stettin-Jasenitz sind diese Anordnungen bei einer eingleisigen, einer dreigleisigen, sieben zweigleisigen Wegeüberführungen, bei fünf Wegeunterführungen (Seite 314) von 16 m, zwei von 8,10 m, neunzehn von 2 bis 7,10 m Spannweite, und bei zehn Durchlässen zur Anwendung gekommen. Es darf wohl angenommen werden, dafs sie bei den geschilderten Vorteilen vorbildlich für künftige Bauten sein können.

In Abb. 11, Taf. L ist eine kleine 5 m weite Unterführung in moorigem Untergrunde dargestellt. Die starken Bewegungen des Untergrundes neben der Unterführung unter der Schüttung mufsten bei Aufstellung des Entwurfes berücksichtigt werden. Um sie für das Bauwerk unschädlich zu machen, wurde aufser durchgehenden Zangen im Pfahlroste das Gewölbe an der Sohle der Unterführung angeordnet und in seiner Stärke, seinem Pfeile und seiner Auflast so bemessen, dafs der geringste Gewölbeschub aus dem Eigengewichte gleich dem angreifenden Erdschube auf das Widerlagermauerwerk der Unterführung bis zur Höhe des Pfahlrostes wurde.

Durch dieses Gewölbe wird erreicht, dafs beide Widerlager mit der Hinterfüllung gemeinsam einem etwaigen einseitigen Schube widerstehen und zugleich die Last der Erde und des Verkehres in der Unterführung von den durchgehenden Zangen ferngehalten wird. Trotz sehr starker Sackungen der Schüttung neben dem Bauwerke hat dieses keine Bewegung gezeigt.

Bei den statischen Untersuchungen nach Tolkmitt ist bei den Strafsenüberführungen für die bewegliche Last eine

*) Zeitschrift für Bauwesen 1894, S. 69.



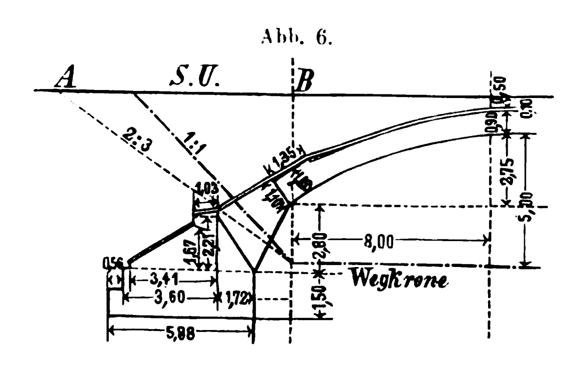
Zusammenstellung I.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Nr.	km	Lichte Weite	Pfeilhöhe	Pfeilverhältnis	Einsenkung in cm unter die Anfangshöhenlage des Lehrgerüstes					Verhältnis der Einsenkung zur Spannweite 8 : 3 ‰	Bemerkungen
					des Lehrgerüstes nach der Belastung	des Gewölbes vor dem Ausrüsten	des Gewölbes nach dem Ausrüsten	später			
					Überführungen:						
1	5,943	9,00	1,50	1/6	3,0	4,0	4,0	fehlt	fehlt	4,5	
2	7,697	9,00	1,50	1/6	1,5	4,4	4,5	„	„	5,0	
3	9,642	9,00	1,50	1/6	1,1	2,5	2,5	6,6	1½ Monate	7,4	
4	15,090	9,00	1,50	1/6	1,5	3,0	3,9	5,0	1 „	5,5	
5	9,096	7,20	1,60	1/4,5	1,0	1,9	2,6	4,1	2 „	5,7	Zweigbahn nach Grabow
6	11,694	8,00	1,85	1/4,32	0,0	1,0	2,0	2,0	½ „	2,5	Zweigbahn nach Vulcan-Bredow
					Unterführungen:						
7	8,071	8,10	1,60	1/5,1	1,6	2,8	4,4	5,6	1 „	6,9	
8	15,543	8,10	1,60	1/5,1	2,0	3,0	4,5	4,5	1 „	5,5	
9	13,559	7,10	1,50	1/4,7	1,5	1,5	2,5	2,5	3 „	3,5	
10	14,785	7,10	1,50	1/4,7	1,0	1,5	3,0	3,0	1 „	4,2	
11	3,706	16,00	2,75	1/5,8	0,5	2,0	3,5	fehlt	fehlt	2,2	
12	9,348	16,00	2,75	1/5,8	1,4	4,6	7,50	13,5	4 „	5,9	
13	13,241	16,00	2,75	1/5,8	4,0	6,0	8,0	19,0	3 „	11,9	Lehrgerüst schon einmal benutzt
14	9,095	16,40	3,65	1/4,5	2,0	2,6	8,6	18,7	2½ „	11,4	
15	11,047	16,40	3,65	1/4,5	3,0	5,0	7,0	9,0	3 „	5,5	

Bemerkung: Die Gewölbe Nr. 12, 13, 14 und 15 haben nur etwa zwei Wochen fertig auf dem Lehrgerüste gelegen, das Gewölbe Nr. 11 dagegen über vier Wochen.

Belastungshöhe von 0,60 m angenommen. Bei den Strafsenunterführungen ist die Belastungshöhe für die Gewölbe und die Hinterfüllung je nach Ungunst aus der Lokomotivlast oder dem Gewichte Kruppscher Kanonen-Wagen berechnet. Dabei sind für die Belastungshöhe der Hinterfüllung die nach Einzeichnung der Neigung 2 : 3 auf AB (Textabb. 6) unterzubringenden Lasten in Rechnung gestellt.

Abb. 6.



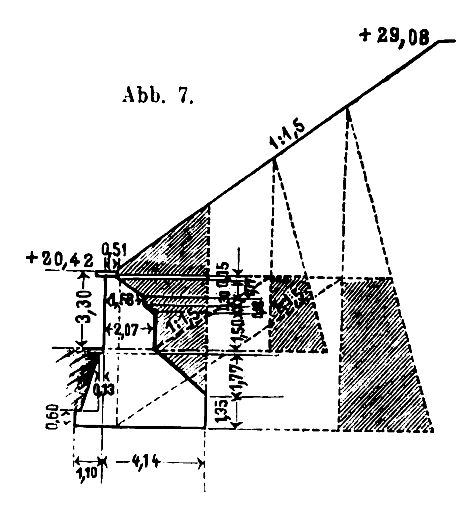
Die Belastungshöhe der Grundfläche F ist $= \frac{Q}{\gamma F}$, also für die Hinterfüllung $= \frac{Q}{\gamma . AB}$ mit $\gamma = 1600$ kg/cbm.

Bei Widerlagern auf Pfahlrost ist die Bedingung zu erfüllen, dafs die Mittelkraft des Widerlagers innerhalb der Pfähle den festen Untergrund trifft. Selbst bei Anwendung von sehr schräg gestellten Pfählen ist dieses bei hohen Widerlagern und tiefer Lage des festen Baugrundes nur dadurch zu erreichen, dafs das Widerlager nach hinten absatzförmig verbreitert wird. Das Gewicht des Absatzes und die Erdlast über diesem kommen dann der Standfestigkeit der Mauer zu Gute und bewirken, dafs die Mittelkraft von der Vorderkante abrückt, steiler wird und der vorgenannten Bedingung genügt wird.

In Abb. 10, Taf. L zeigt das Widerlager diese Anordnung für eine Unterführung von 16 m Lichtweite mit eisernem Überbau; es steht durchaus fest.

Dieselbe Futtermauerform ergibt sich, wenn die Bodenpressung auf weichem Untergrunde sehr gering angenommen werden mufs. Durch den hinteren Ansatz mit seiner Erdlast wird auch hier die Mittelkraft von der vordern Kante abgedrängt. Die in Textabb. 7 dargestellte Futtermauer stützt einen Damm,

Abb. 7.

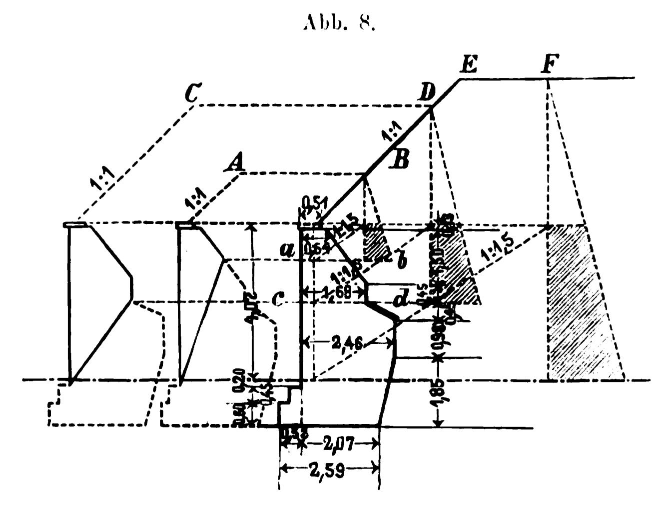


dessen Krone etwa 9,00 m über der Futtermauer liegt. Der Untergrund ist Diluvial-Ton, der höchstens mit 1 kg/qcm beansprucht werden darf. Der überstrichelte Erdkörper ist dem Gewichte der Mauer zugerechnet worden.

Bei hochliegendem Baugrund und Dämmen ergibt sich die absatzförmige Verstärkung nach hinten auch in Bezug auf die Kosten als vorteilhaft.

Der Erddruck ist nach der Formel $E = m \frac{\gamma h^2}{2}$ wagerecht wirkend eingeführt, worin $m = \frac{1}{4}$ und $\gamma = 1600$ kg/cbm gesetzt ist Bei Futtermauern an Dämmen ist die Höhe des Erddruckdreieckes nach Textabb. 8 bestimmt, in der die überstrichelten Trapeze jedesmal den bis zur Fuge a b oder c d in Rechnung zu stellenden Erddruck darstellen. Denkt man sich bis B oder D Erdschüttungen A B und C D, so ist der Damm B E F oder D E F in Ruhe, wenn die Erdschüttungen in Ruhe sind. Dies ist der Fall, wenn die diese Erdschüttungen stützenden Futtermauern für einen den Linien A B oder C D entsprechenden Erddruck bestimmt werden. Hierbei fällt das Erddruckdreieck bis zur Oberkante der Futtermauer fort, und nur die überstrichelten Trapeze wirken.

Abb. 8.



Wo der Damm auf ausschliefslich festem Boden liegt, ist angenommen, dafs der Erddruck nur bis zur Geländeoberfläche wirkt, wo dagegen der Untergrund erst in gröfserer Tiefe sicher wird (Textabb. 7), ist der Erddruck bis zum festen Boden auftretend eingeführt, und dafür gesorgt, dafs in wenigstens 1,50 m Breite hinter der Futtermauer nur Boden eingebracht wurde, der durch Feuchtigkeit seinen Rauminhalt nicht verändert.

Auf unter den Bauwerken liegenden Böschungen pflegen Zugwind und ungenügende Besonnung den Pflanzenwuchs zu hindern. Werden solche Böschungen angeordnet, so müssen sie nach Inbetriebnahme der Bahn mit an anderer Stelle gewonnenen Altstoffen gepflastert, oder die Weite des Bauwerkes mufs durch die spätere Herstellung von Futtermauern vergröfsert werden. Die so geschaffene Erweiterungsmöglichkeit (Abb. 9, Taf. L) ist namentlich für bevorstehende städtische Bebauung von grofser Wichtigkeit.

Aus diesem Grunde sind mehrere Bauwerke mit genügender Höhe weiter gemacht, als zunächst nötig war, 16 m statt 10 m, und vorläufig mit Böschungen eingeschüttet.

Die hohen Böschungen 1 : 1 gleich neben den Stirnen dieser Bauwerke, welche nach der Seite rasch in die Neigung 1 : 1,5 übergehen, sind mit wagerechten Lagen von 60 cm Stärke und unter gutem Stampfen hergestellt; sie haben sich gut gehalten.

Die Festsetzungen der landespolizeilichen Prüfung beziehen sich lediglich auf die lichte Weite und lichte Höhe der Unterführungen und die lichte Breite der Überführungen. Wo es sich als vorteilhafter ergab, statt der in den landespolizeilich geprüften Plänen gezeichneten eisernen Bauten steinerne anzuwenden oder umgekehrt, oder gewölbte Unterführungen von 16,0 m und 7,10 m Spannweite an Stelle von 10 m und 4 m weiten Unterführungen zu setzen, unterlag dies lediglich dem Ermessen der Eisenbahn-Verwaltung.

Nachstehend sind die Kosten einiger Bauwerke aufgeführt. Hierbei ist mit den bei der Ausführung bezahlten höchsten Preisen und für Zement mit einem Preise von 32 M/cbm gerechnet. Den Zement lieferte die Verwaltung, die übrigen Baustoffe, bis auf das besonders vergebene Geländer, der Unternehmer. Das Geländer ist für die Überführungen mit 20 M/m, für die Unterführungen mit 12 M/m gerechnet.

In den folgenden Preisangaben für Mauerwerk gibt der zweite Teil die Kosten für Zement an.

Grundmauerwerk einschliefslich Erdarbeiten	18,85 + 1,8	= 20,65 M/cbm
Aufgehendes Mauerwerk und Übermauerung	19,00 + 1,8	= 20,80 »
Schräggefugtes Mauerwerk .	19,50 + 2,4	= 21,90 »
Gewölbe	31,50 + 2,4	= 33,90 »
Mauerwerk der Stirnen und Brüstungen	24,75 + 1,8	= 26,55 »
Ansichtsflächen zu fugen . .	1,50 + 0,13	= 1,63 M/qm
Abdeckung mit Flachschicht .	1,50 + 0,26	= 1,76 »
» » Asphaltfilz .		= 1,75 »
Abschrägungen auszugleichen und zu berappen . . .	0,95 + 0,42	= 1 37 »
Rapputz	0.25 + 0,42	= 0,67 »
Abdeckplatten aus Sandsteinen, Liefern und Verlegen . .	14,00 + 0,42	= 17,42 »
Gesimse 60 cm hoch als Zulage		1,20 M/m
Abdeckung der Brüstungsmauer aus Granit	135 + 3,00	= 138 M/cbm
Sohlenpflaster		5 M/qm.

Für die Haltbarkeit steinerner Bauten ist es ungemein wichtig, gute Verblendsteine zu nehmen.

Bei den Bauten der Nebenbahn Stettin-Jasenitz sind für die Ansichtsflächen ausgesuchte Hintermauerung-Steine vorgeschrieben worden, was sich nicht bewährt hat.

In Zusammenstellung II, S. 316, sind deshalb die Ansichtsflächen aufgeführt, damit ein entsprechender Zuschlag für gute Verblendsteine gemacht werden kann.

Zusammenstellung II.

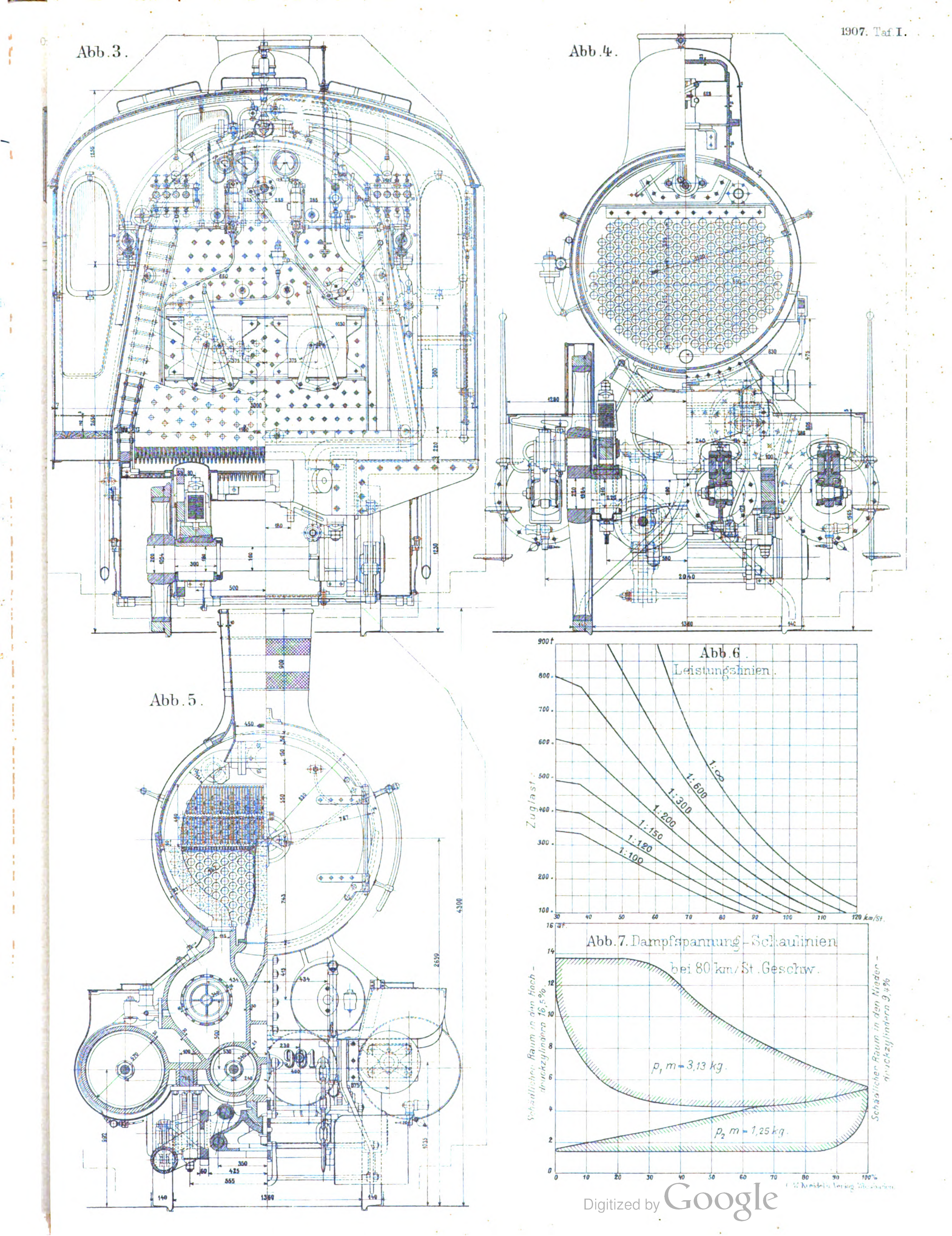
Nr.	Nr. der Abb. auf Taf. L	km	Weite der Wegbreite m	Fahrbahnkrone über SO oder SU über Fahrbahn m	Kosten M/m	Kosten: Zuschlag für eine Stirn M	Ansichtsfläche qm/m	Ansichtsfläche: einer Stirn qm	Bemerkungen
				Überführungen:					
1	—	5,943	2 gleisig	6,64	900	5000	20	175	Schräge Flügel.
2	—	2.17	„	6,64	900	4700	20	150	Gerade Flügel.
3	1	9,096	1 gleisig	6,10	485	4410	16	135	Zweigbahn nach Grabow.
4	—	11.694	„	7,66	1250	2700	45	80	Zweigbahn nach Vulcan-Bredow.
				Unterführungen:					
5	5	6.862	2,00	3,45	330	420	6	18	
6	—	13,559	4.00	4.11	520	800	8	20	
7	2	15.543	8,00	5,31	800	3000	15	50	Die anschliefsende, der Futtermauer der Berliner Stadtbahn nachgebildete Futtermauer kostet 300 M/m.
8	—	9.348	9.00	7,51	1400	2750	18	55	
9	9	11,047	10,00	8,68	1910	2650	19	80	
				Durchlässe:			Zuschlag für Heerdmauer		
10	8	10,307	1,50 weit 1,90 hoch	19.00	230	790	3,00 M/m		Länge des Durchlasses ist zwischen der Hinterkante der Scheitelquader der Stirnen zu messen.
11	3	18,120	2,00 weit 1,25 hoch	2,58	250	205	7,00 „		Länge des Durchlasses ist zwischen den Vorderflächen der Stirnen gemessen.
12	7	20,312	1.00 weit 1,25 hoch	5,24	125	305	5,00 „		
13	7	21.085	„	10,17	125	305	5,00 „		
14	7	24.800	„	4.42	125	305	5,00 „		

Bemerkung: An den Kosten der Bauwerke mit schräggefugten Widerlagerteilen kann ziemlich erheblich gespart werden, wenn statt des verlängerten Zementmörtels für das aufgehende Mauerwerk Wasserkalkmörtel verwendet wird.

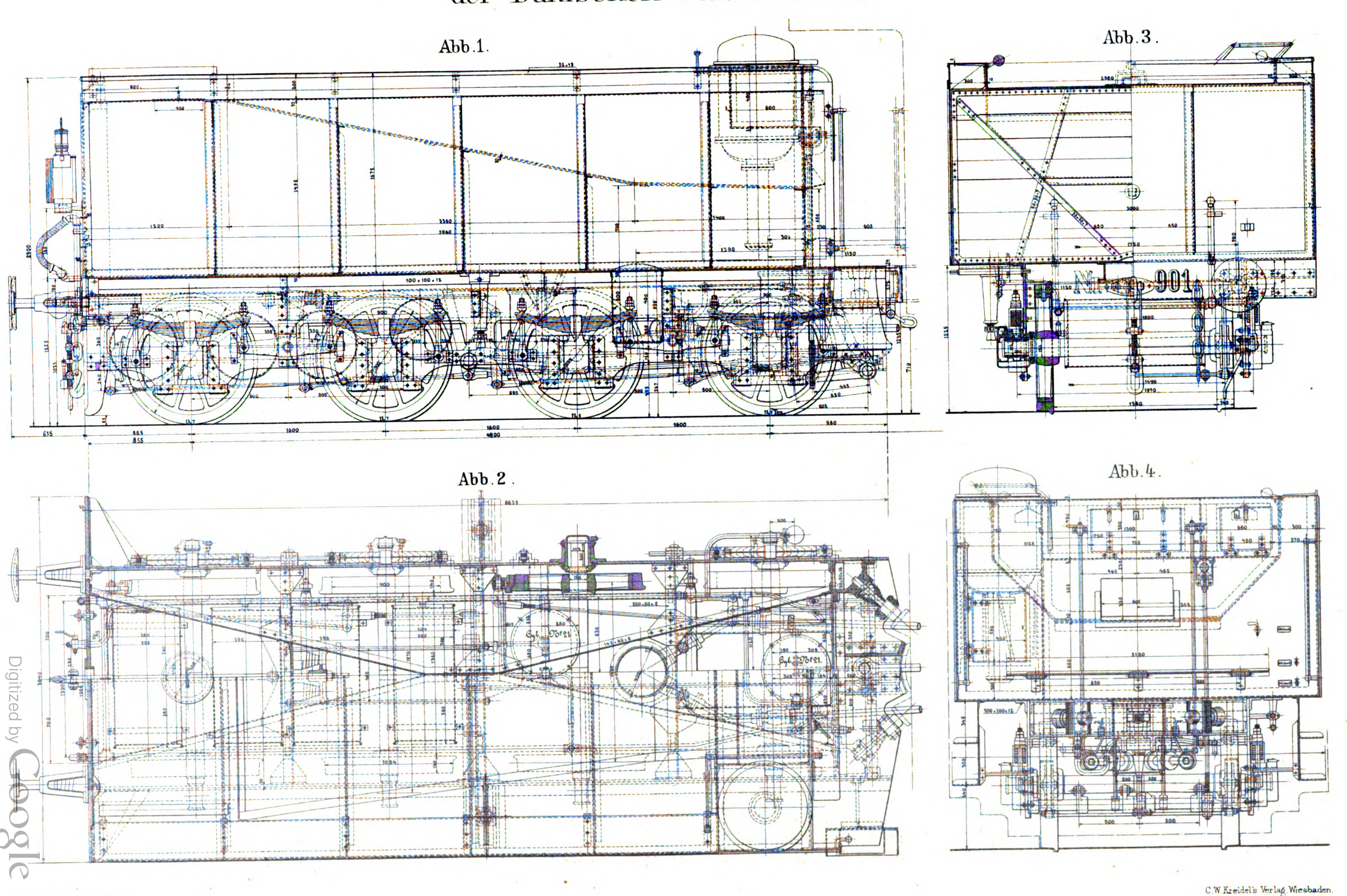
Zu den Bauwerken lfde. Nr. 1 u. 2 vergl. Textabbildung 1 u. 2.

Bauwerk lfde. Nr. 4 besteht aus einem Gewölbe in der Mitte über dem Gleise und zwei Seitengewölben über den Einschnittsböschungen.

Die Spannweiten der Über- und Unterführungen ergeben sich aus Zusammenstellung I.

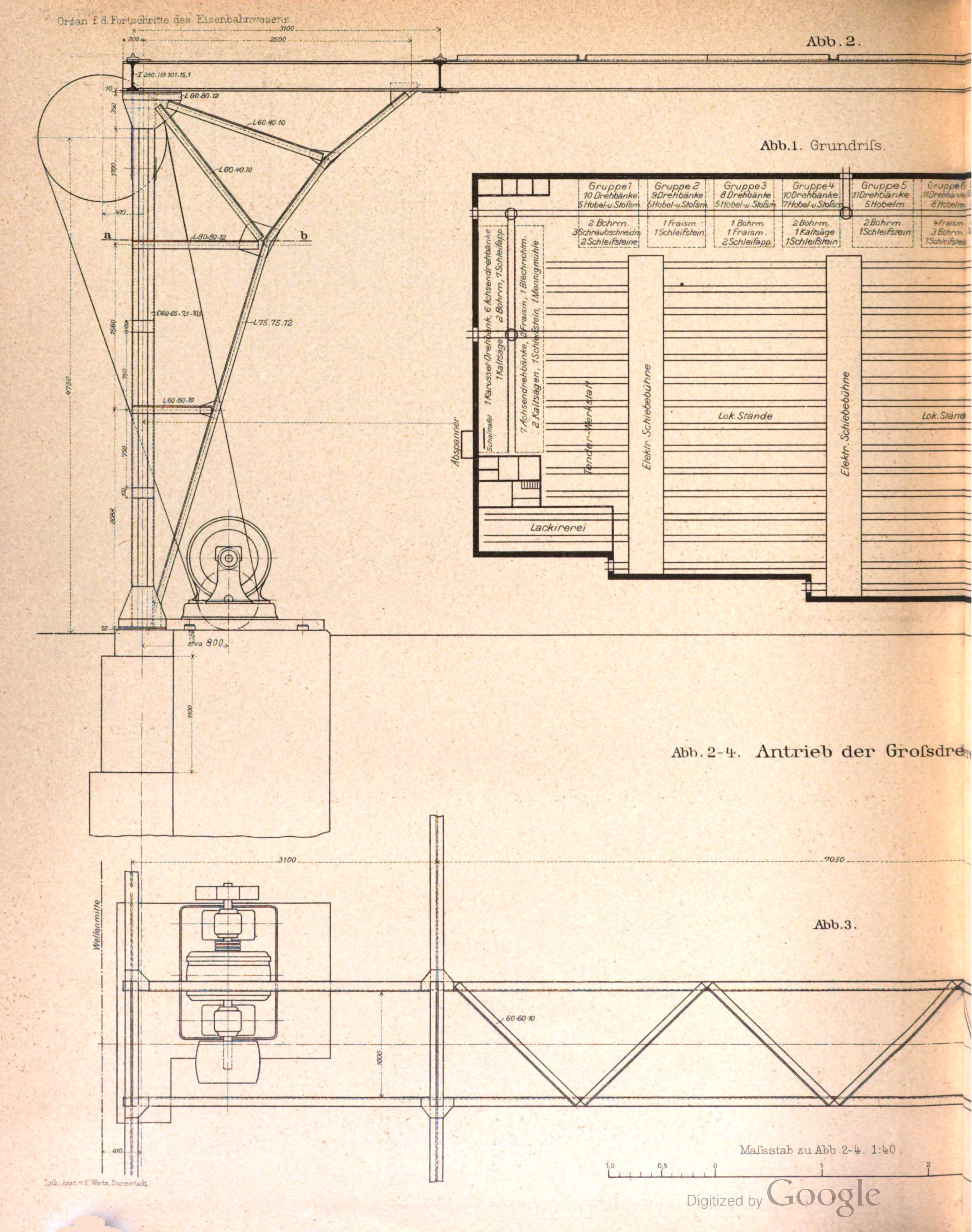

Abb. 3.
Abb. 4.
Abb. 5.
Abb. 6.
Leistungslinien.
Zuglast
km/St.
1:∞
1:600
1:300
1:200
1:150
1:120
1:100
Abb. 7. Dampfspannung-Schaulinien
bei 80 km/St. Geschw.
$p_1 m = 3,13 kg$.
$p_2 m = 1,25 kg$.
Schädlicher Raum in den Hochdruckzylindern 16,5%.
Schädlicher Raum in den Niederdruckzylindern 9,4%
991

Tender der 2/5 gekuppelten, vierzylindrigen-Verbund-Schnellzug-Lokomotive der Dänischen Staatsbahnen.

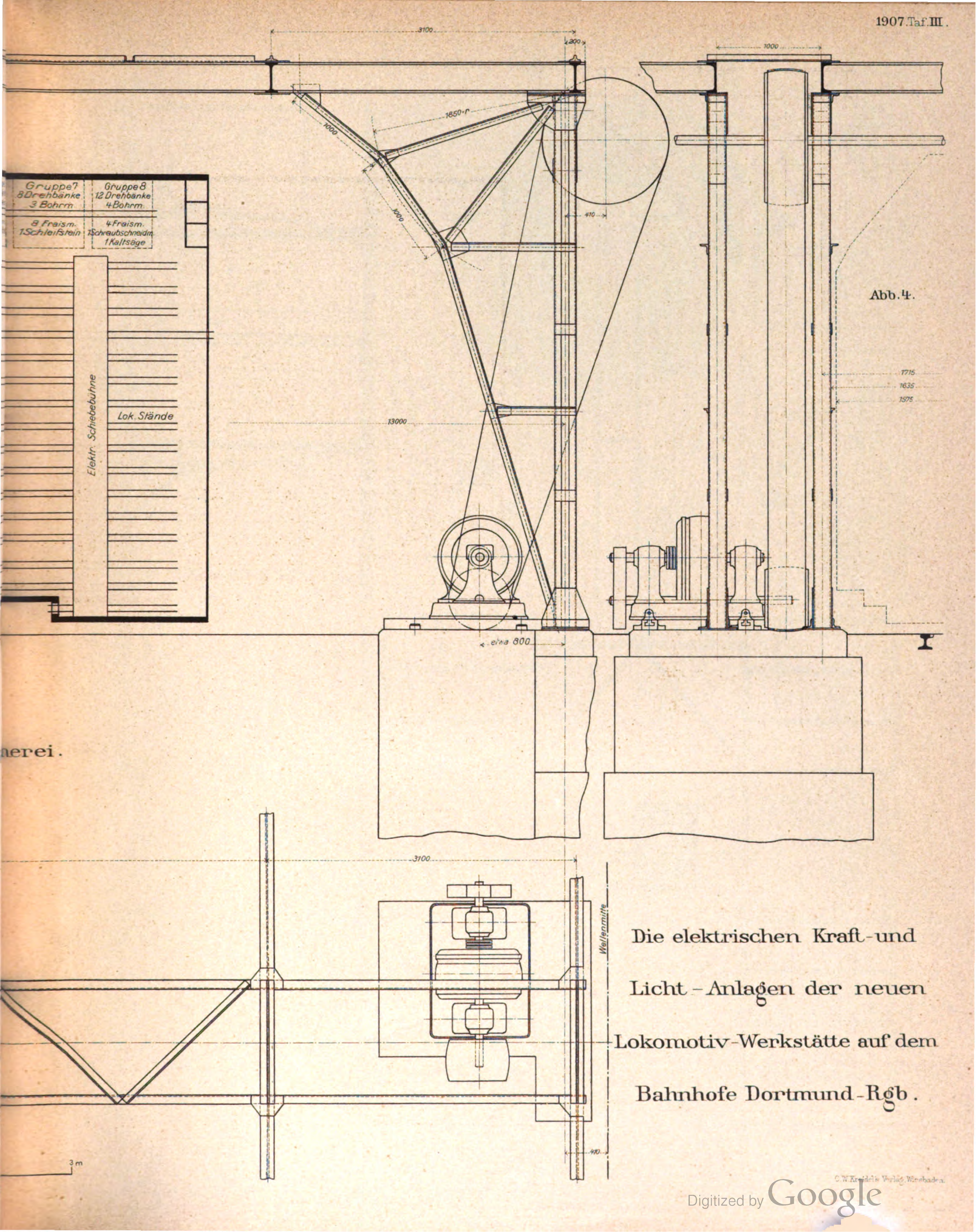


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



nerei.

Die elektrischen Kraft- und Licht-Anlagen der neuen Lokomotiv-Werkstätte auf dem Bahnhofe Dortmund-Rgb.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

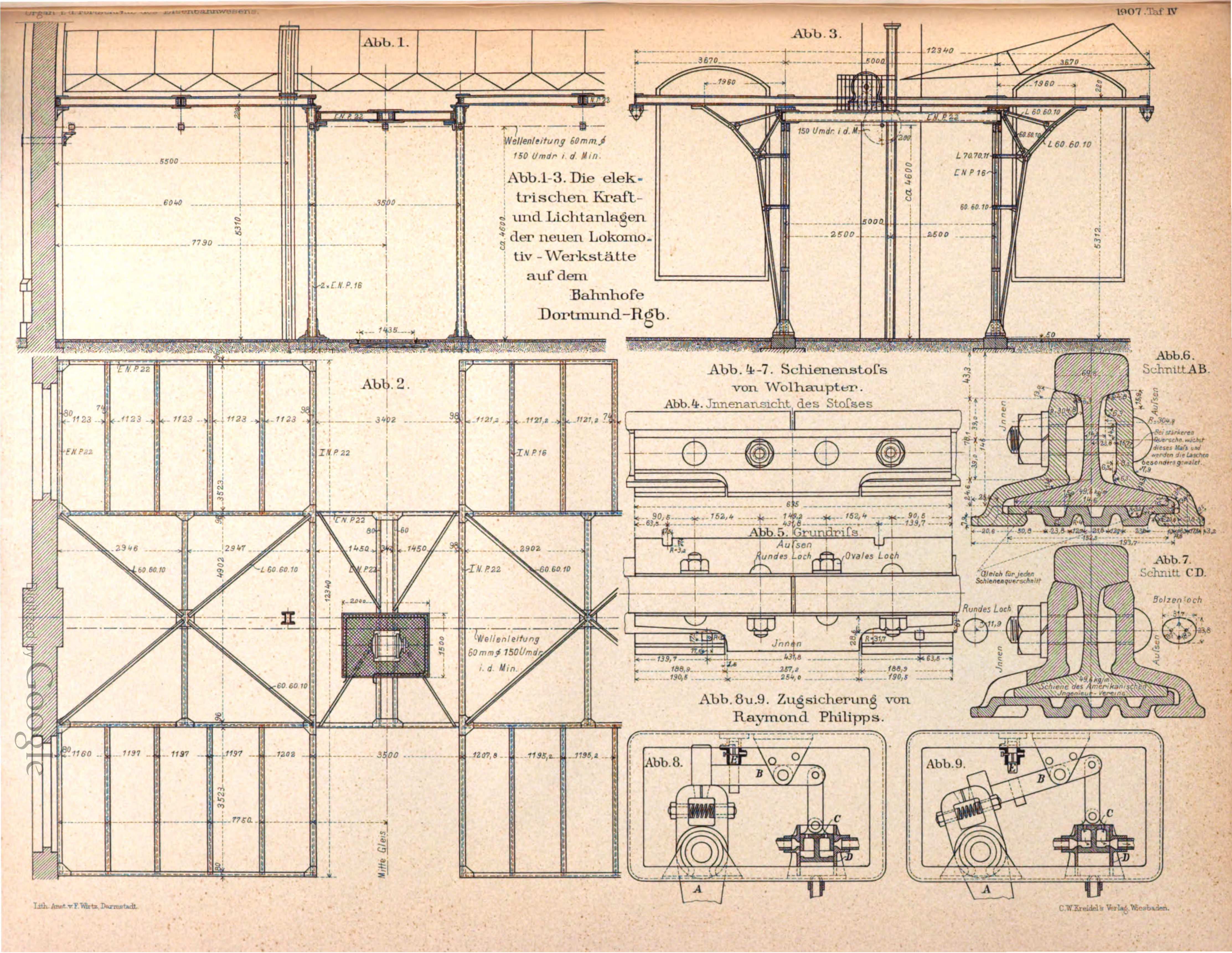
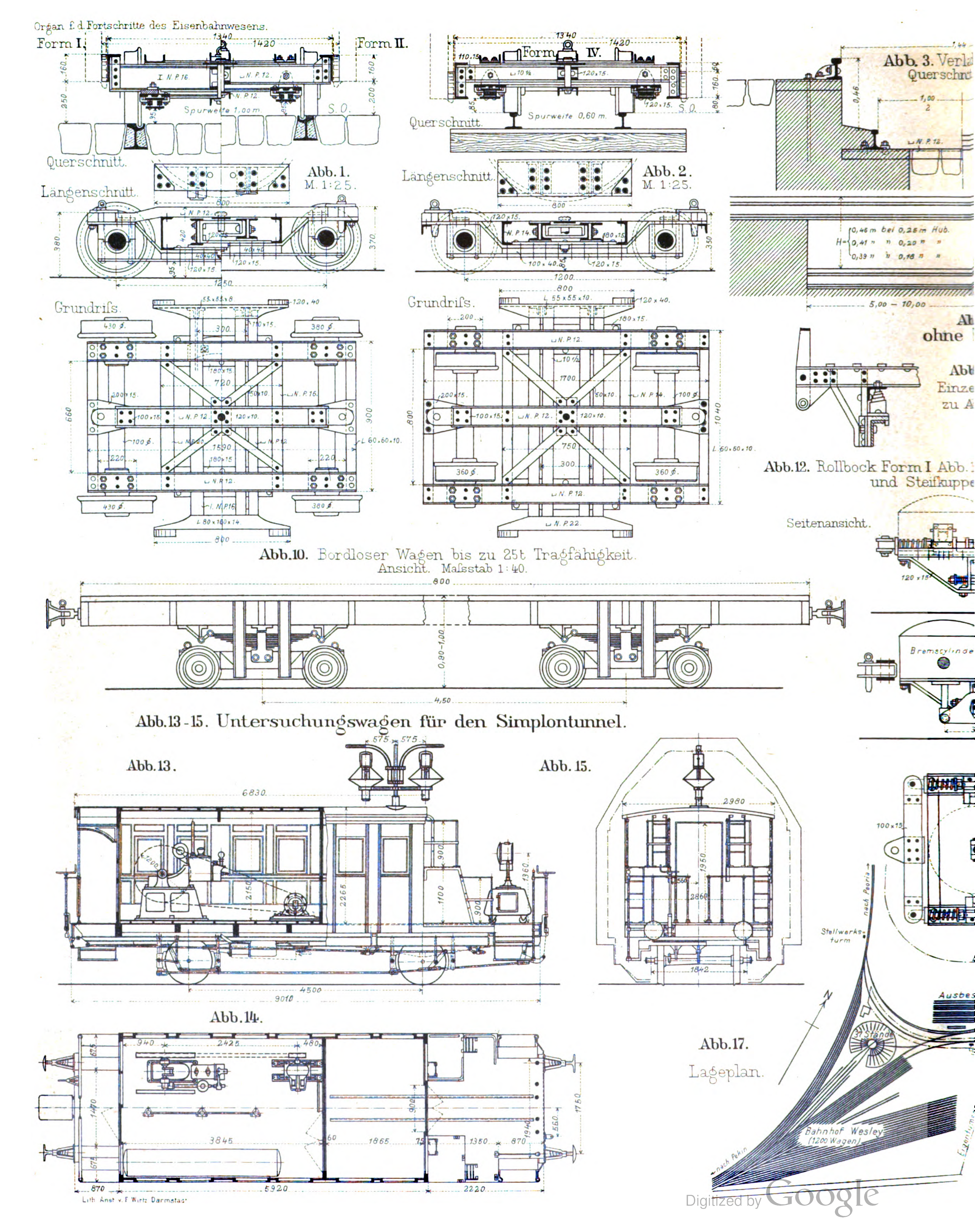


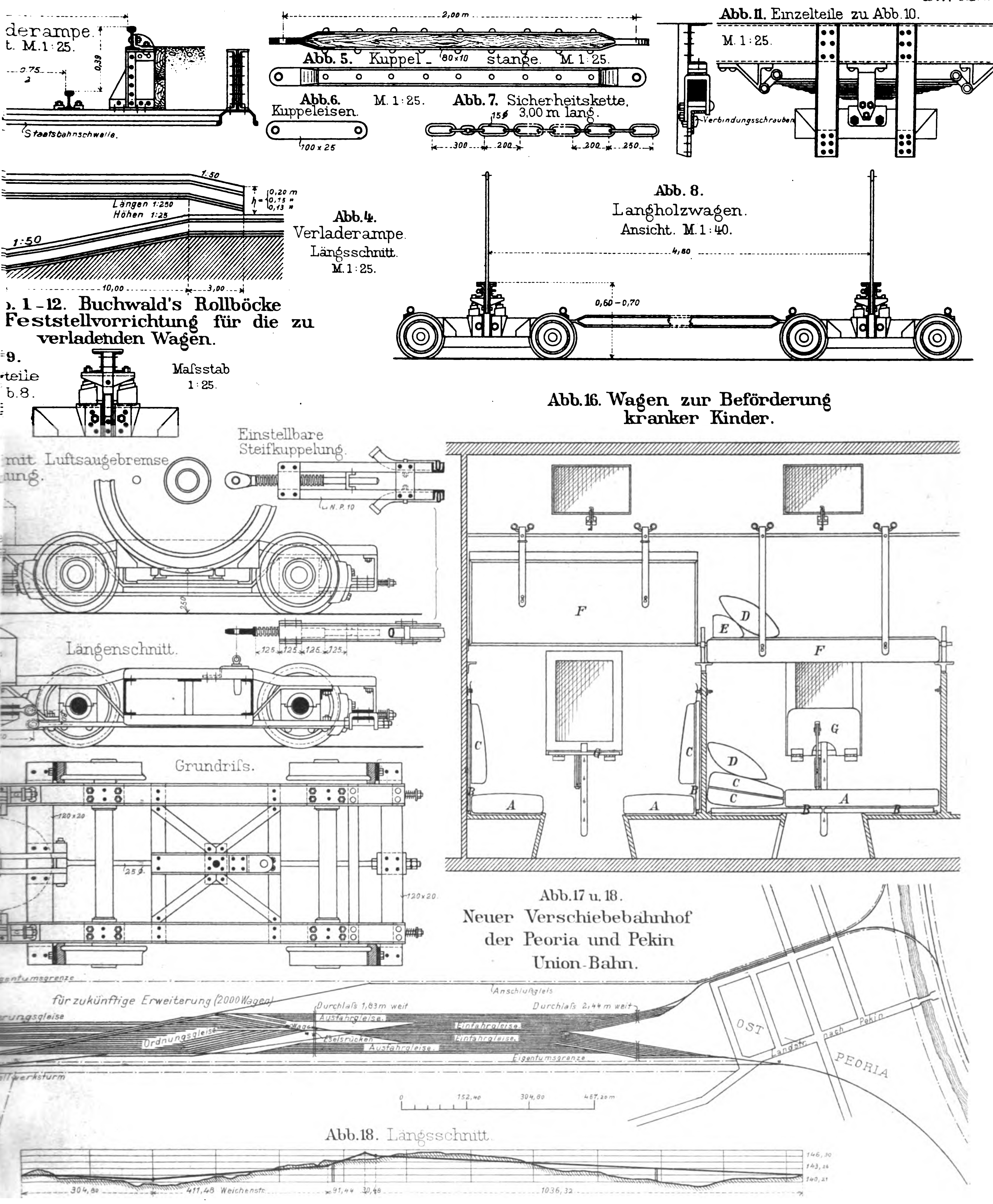
Abb. 1-3. Die elektrischen Kraft- und Lichtanlagen der neuen Lokomotiv-Werkstätte auf dem Bahnhofe Dortmund-Rgb.

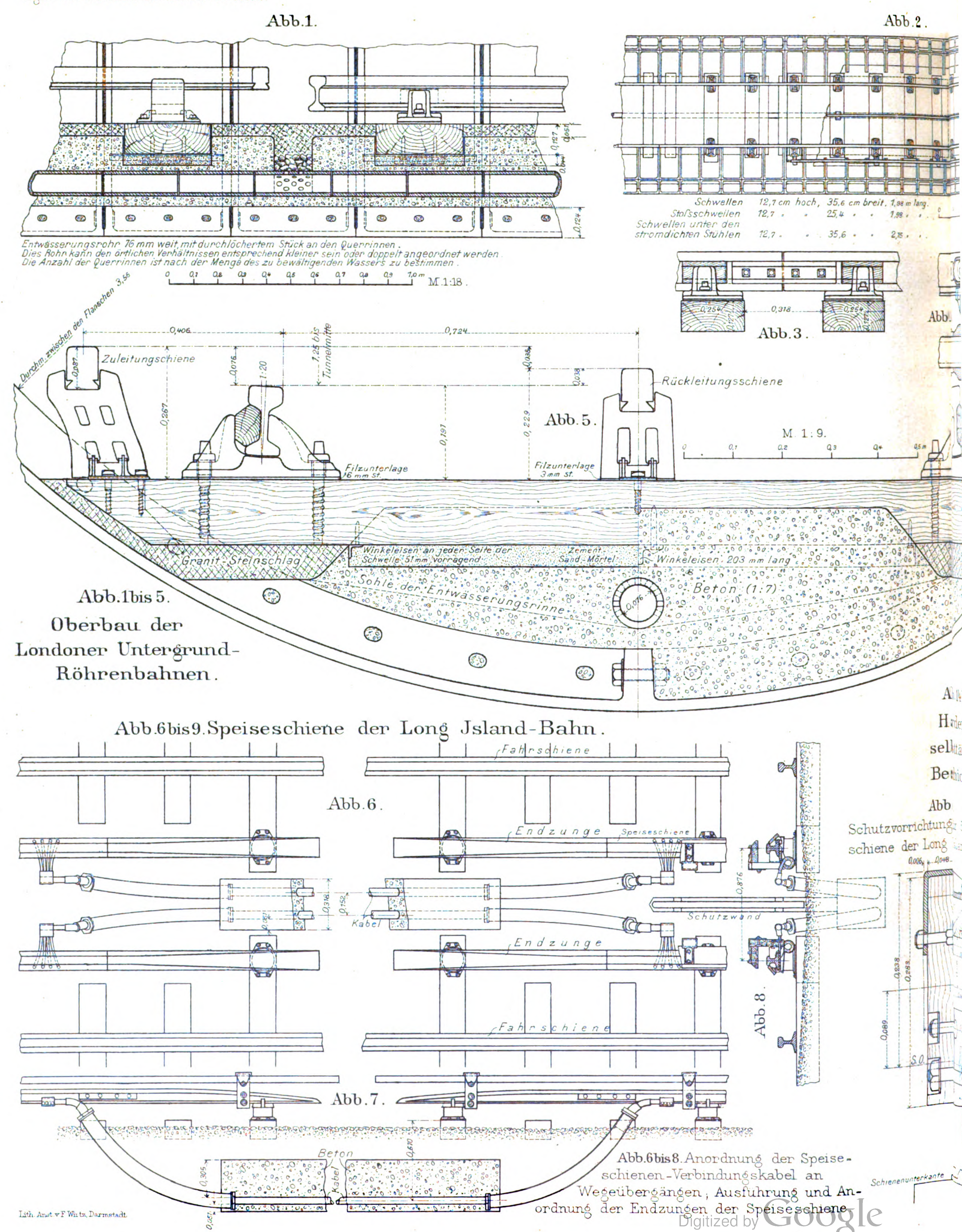
Abb. 4-7. Schienenstofs von Wolhaupter.

Abb. 8 u. 9. Zugsicherung von Raymond Philipps.

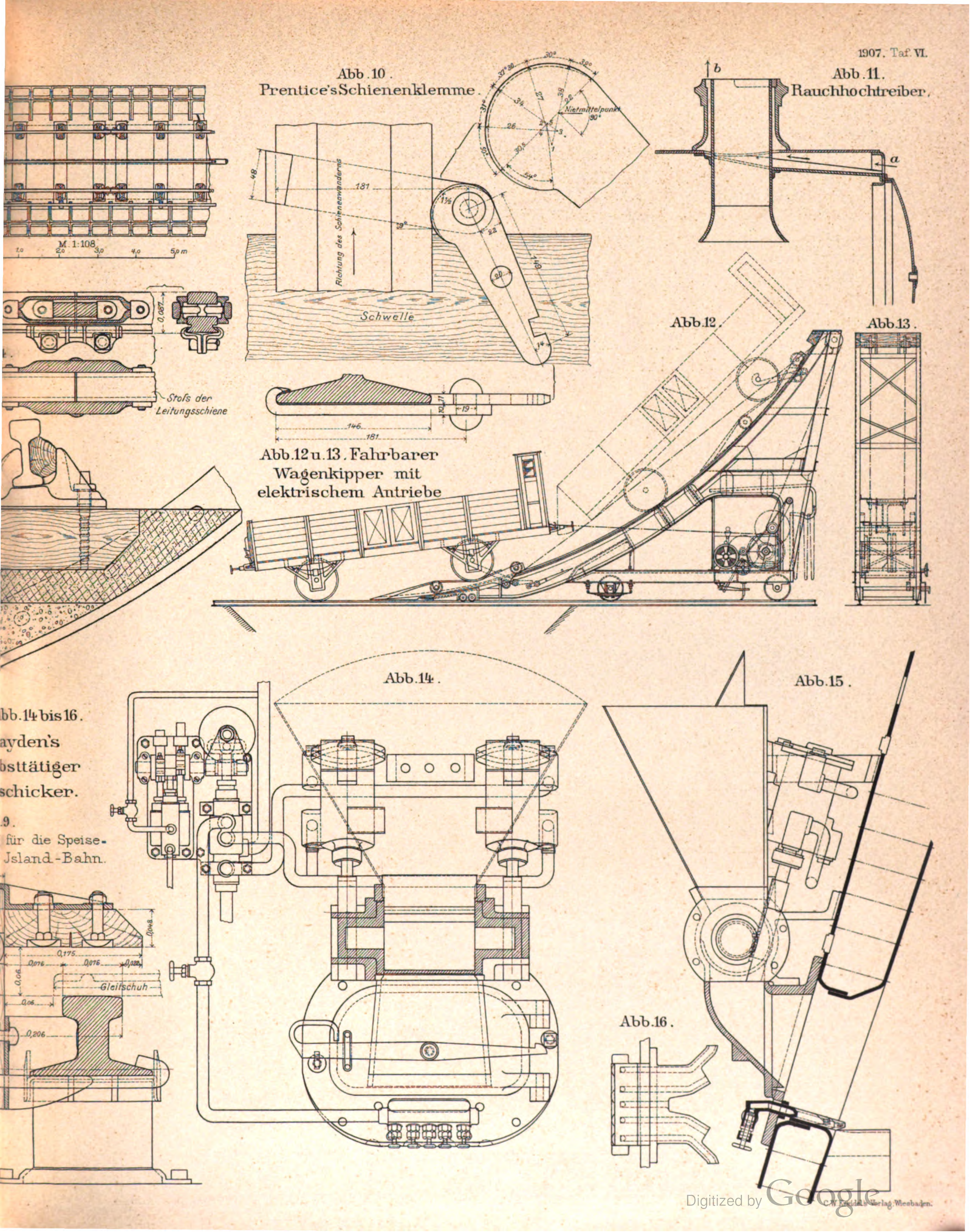
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.


Form I.
Form II.
Form IV.
Querschnitt.
Längenschnitt.
Grundrifs.
Abb. 1.
M. 1:25.
Abb. 2.
M. 1:25.
Spurweite 1,00 m.
Spurweite 0,60 m.
Abb. 3. Verla
Querschn
Abb.12. Rollbock Form I Abb.
und Steifkuppe
Seitenansicht.
Bremscylinder
Abb.10. Bordloser Wagen bis zu 25t Tragfähigkeit.
Ansicht. Mafsstab 1:40.
Abb.13-15. Untersuchungswagen für den Simplontunnel.
Abb.13.
Abb.14.
Abb.15.
Abb.17.
Lageplan.
nach Peoria
Stellwerksturm
31 Stände
Bahnhof Wesley
(1200 Wagen)
nach Pekin
Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt


derampe.
t. M. 1:25.
Staatsbahnschwelle.
Abb. 5. Kuppel-stange. M. 1:25.
80x10
2,00 m
Abb. 6. Kuppeleisen. M. 1:25.
100 x 25
Abb. 7. Sicherheitskette, 3,00 m lang.
Abb. 11. Einzelteile zu Abb. 10.
M. 1:25.
Verbindungsschrauben
Längen 1:250
Höhen 1:25
1:50
Abb. 4. Verladerampe. Längsschnitt. M. 1:25.
Abb. 8. Langholzwagen. Ansicht. M. 1:40.
). 1-12. Buchwald's Rollböcke
Feststellvorrichtung für die zu verladenden Wagen.
Mafsstab 1:25.
Abb. 16. Wagen zur Beförderung kranker Kinder.
Einstellbare Steifkuppelung.
mit Luftsaugebremse
ung.
Längenschnitt.
Grundrifs.
Abb. 17 u. 18. Neuer Verschiebebahnhof der Peoria und Pekin Union-Bahn.
für zukünftige Erweiterung (2000 Wagen)
Ordnungsgleise
Ausfahrgleise
Einfahrgleise
Eselsrücken
Durchlafs 1,83 m weit
Durchlafs 2,44 m weit
Anschlufsgleis
Eigentumsgrenze
OST
PEORIA
Landstr. nach Pekin
Abb. 18. Längsschnitt.
Weichenstr.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

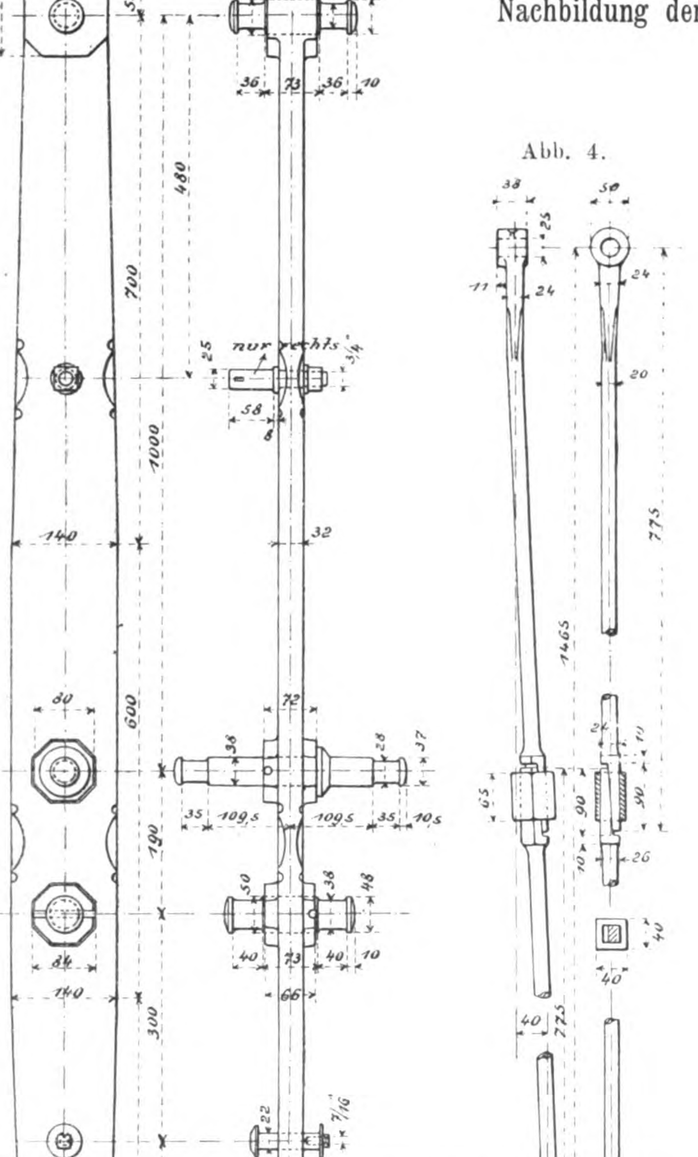

Abb. 10.
Prentice's Schienenklemme.
Richtung des Schienenwanderns
Schwelle
Nietmittelpunkt
Abb. 11.
Rauchhochtreiber.
M. 1:108
Stofs der Leitungsschiene
Abb. 12 u. 13. Fahrbarer Wagenkipper mit elektrischem Antriebe
Abb. 12.
Abb. 13.
Abb. 14.
Abb. 15.
Abb. 16.
bb. 14 bis 16.
ayden's
bsttätiger
schicker.
9.
für die Speise-
Jsland-Bahn.
Gleitschuh

„Puffing Billy".

Nachbildung der **im Kensington-Museum in London aufgestellten ältesten Lokomotive.**

Abb. 3.

Abb. 4.



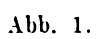
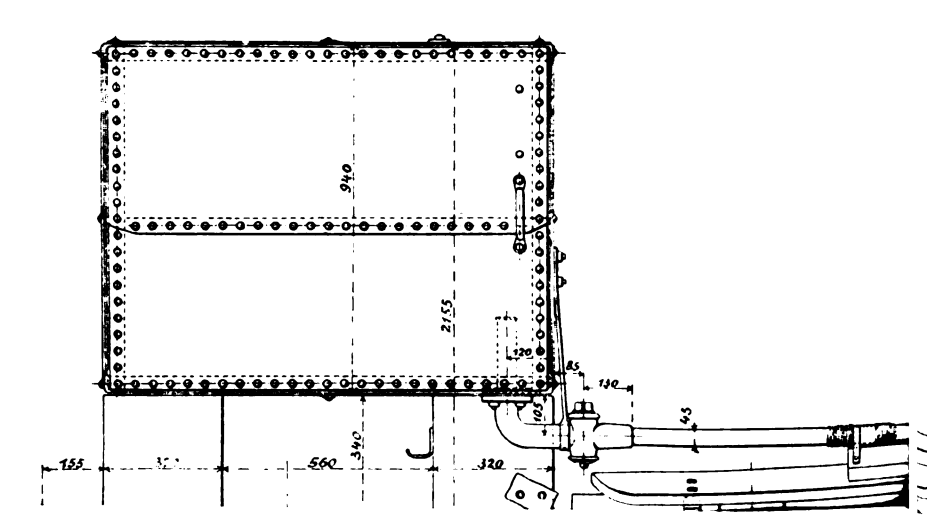
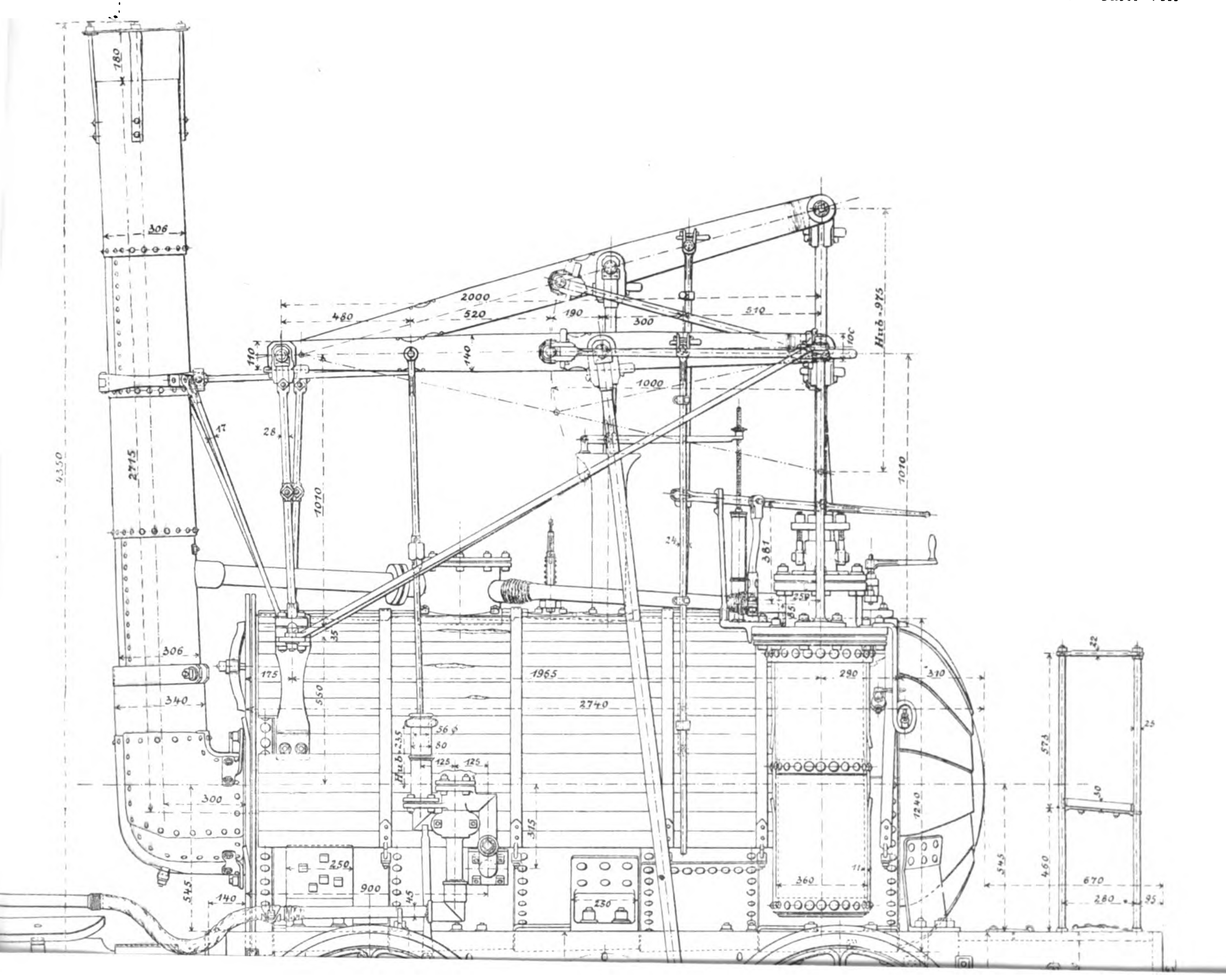


Abb. 1.



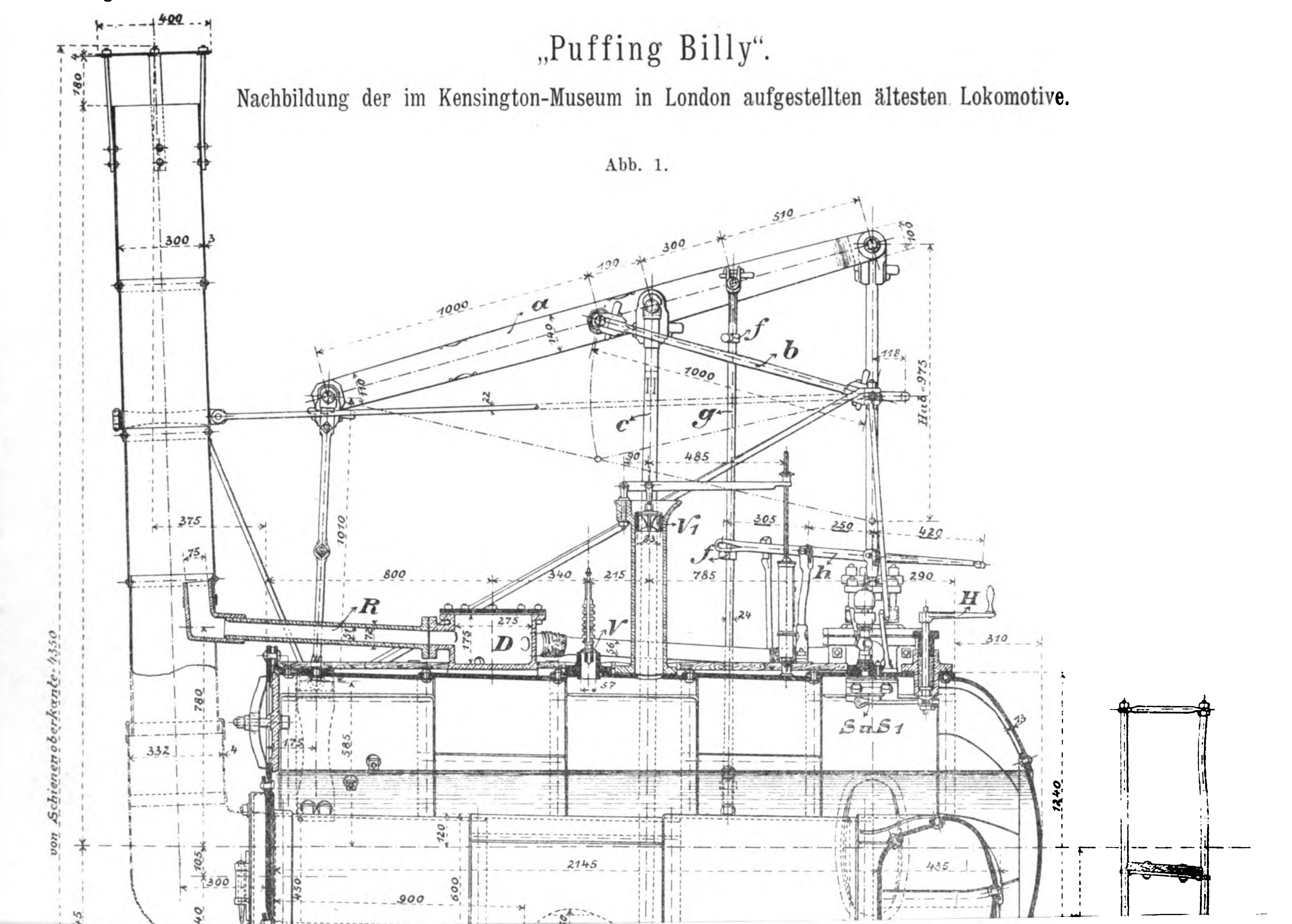


180
306
4350
2715
306
340
300
545
140
17
28
1010
175
550
110
480
2000
520
140
190
300
1000
510
Hub = 975
1010
381
35
1965
2740
290
310
Hub = 235
56
80
125
125
315
250
900
45
236
360
1240
545
460
575
22
25
30
670
280
95

„Puffing Billy".

Nachbildung der im Kensington-Museum in London aufgestellten ältesten Lokomotive.

Abb. 1.



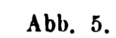
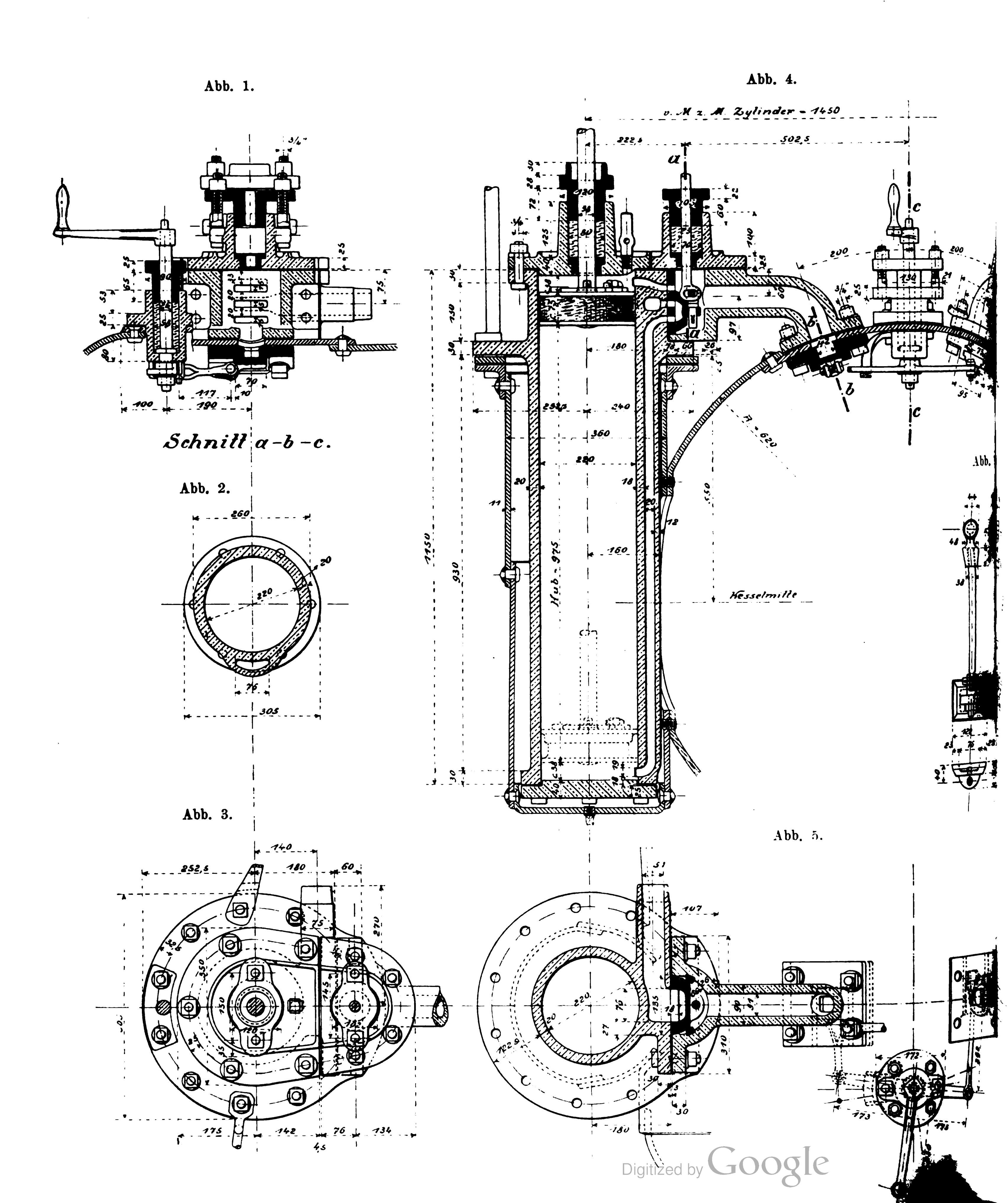


Abb. 5.

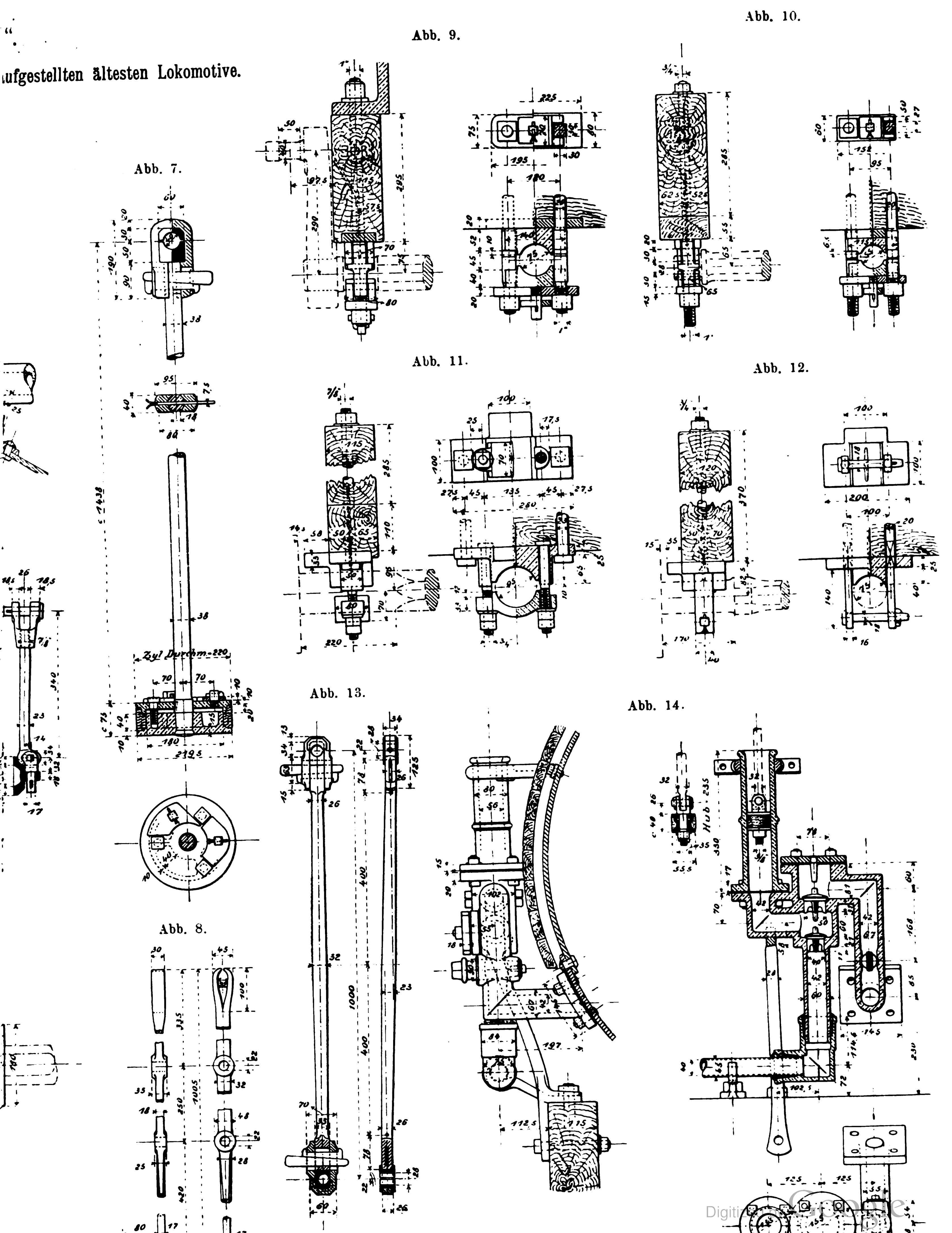
Abb. 3.

„Puffing Bill

Nachbildung der im Kensington-Museum in London



…ufgestellten ältesten Lokomotive.



„Puffing Billy".

Nachbildung der im Kensington-Museum in London aufgestellten ältesten Lokomotive.

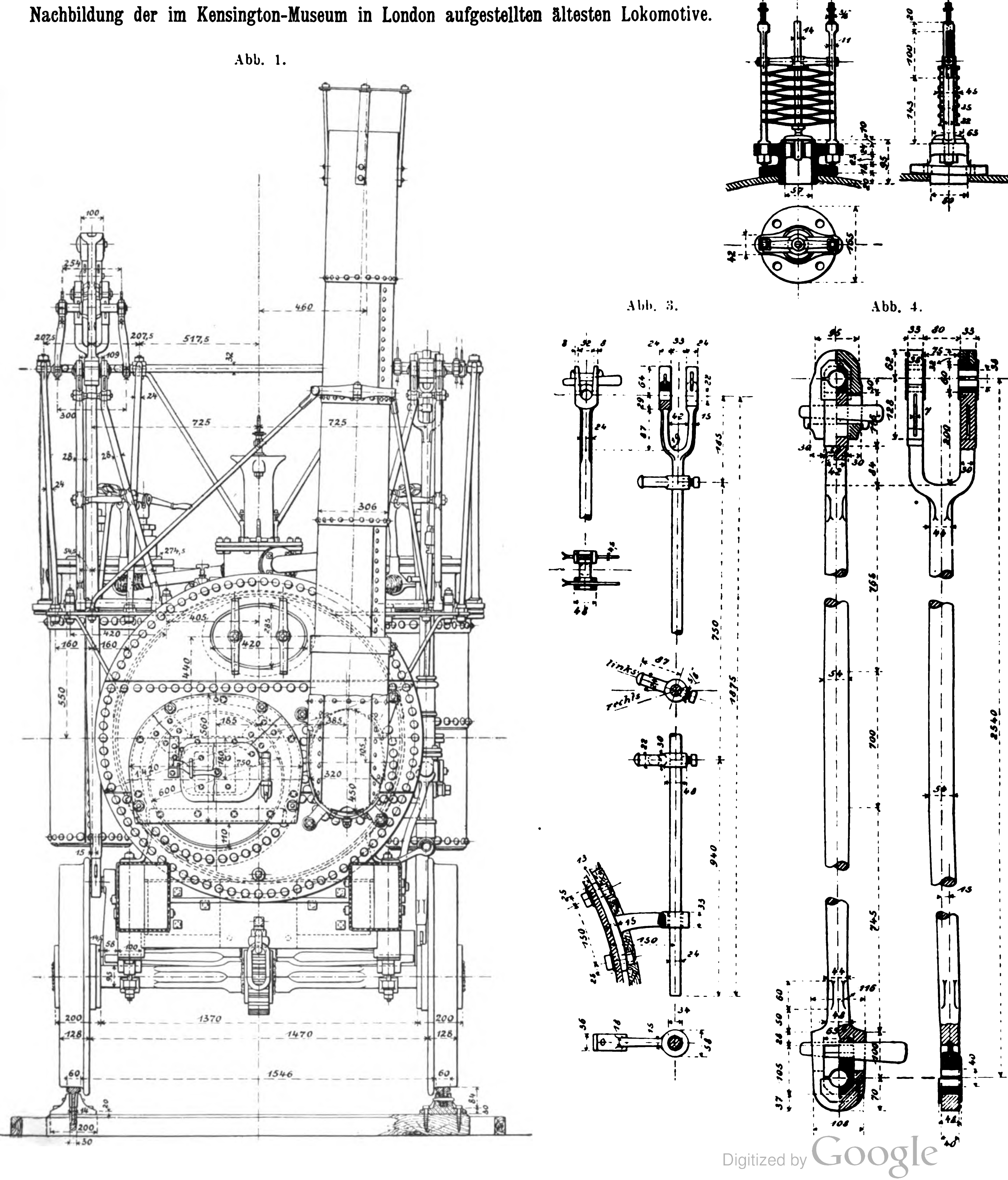
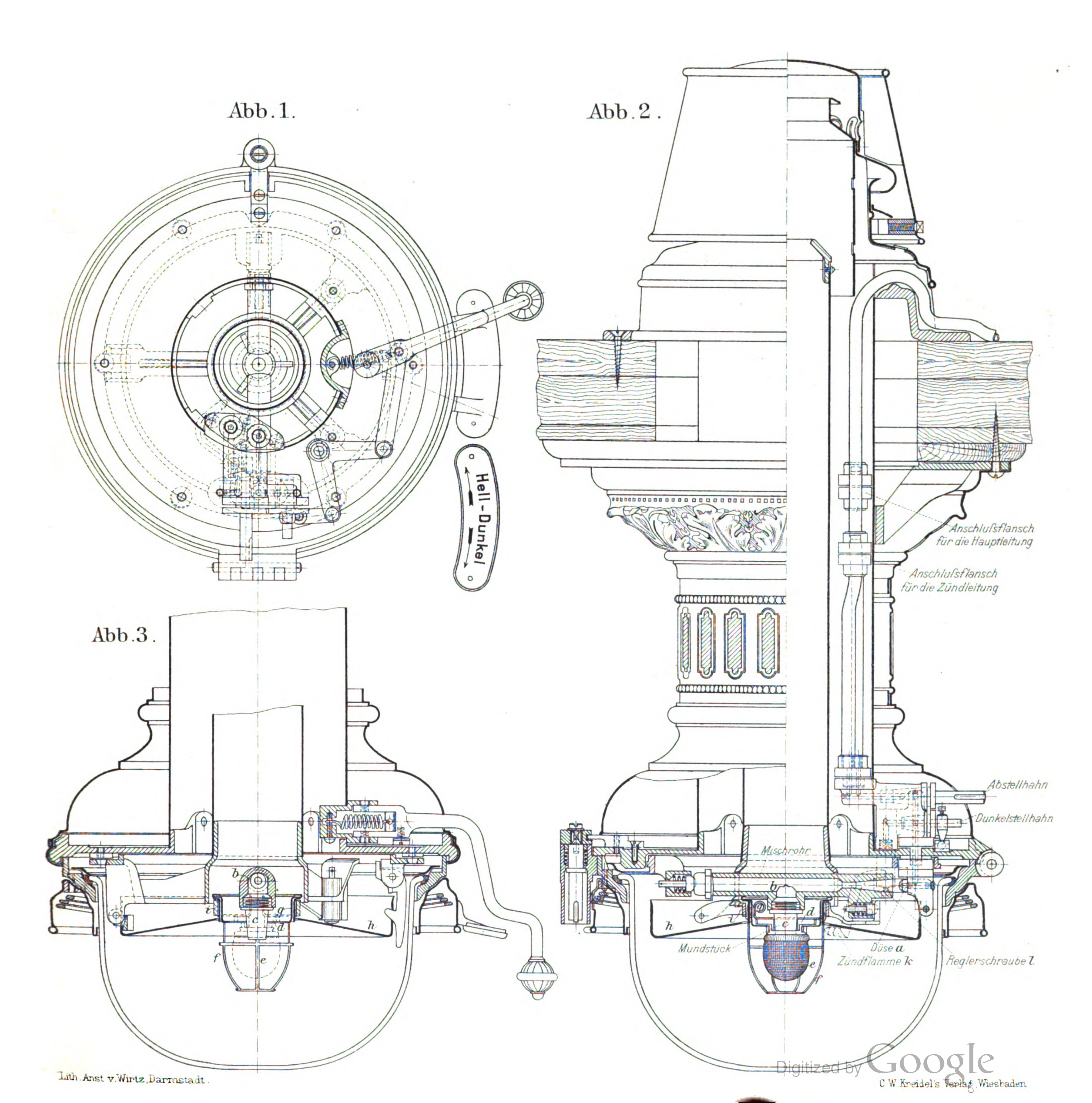


Abb. 1 bis 3. Laterne für hängendes Gasglühlicht mit Zündflamme und damit verbundener Dunkelstellung von Pintsch, neueste Bauart.



1. Beschreibung Nr.	2. Zeichnung Abb.	3. Zeichnung Tafel	Eis… Ver…	25. Länge mm	26. Kesseldurchmesser im zylindrischen Teile mm	27. Höhe der Kesselachse über Schienenoberkante mm	28. Gewicht der Lokomotive leer t	29. Gewicht der Lokomotive im Dienste **) L t	30. Reibungsgewicht **)	31. Vorräte Kohlen t (cbm)	32. Vorräte Wasser cbm	33. Tender Achsen Zahl	34. Tender Gewicht mit vollen Vorräten t	35. H/R 22 : 18	36. H/L 22 : 29	37. Z ***) kg	38. Bemerkungen
1	1	XIV	Preufsis… Dir…	3900	1400	2540	49,2	55,0	31,0	7,0	20,0	4	49,0	58	2,40	5290	—
2	2	»	Preufsis… Dire…	4500	1488	2750	53,6	58,9	33,0	5,0	21,5	4	49,4	77	3,01	5450	—
3	3	»	Egyptis…	3340	1346	2387	49,5	56,0	33,0	4.5	14,0	3	36,0	47	1,86	4640	—
4	4	»	Belgisc…	3467	1427	2440	51,8	57,8	35,1	5,0	18,0	4	49,0	61	2,19	5600	—
5	5	»	Preufsis… Direk…	4450	1440	2500	57,6	62,0	30,4	6,0	20,0	4	47,7	(87)	(3,80)	5310	—
6	6	»	Österr…	4002	1626	2830	60,7	68,3	29,0	9,0 cbm	21,0	4	50,0	56	2,90	6520	—
7	7	»	Ungaris…	5250	1600	2850	67,1	74,4	31,7	8,0	19,0	4	49,1	60	3,16	7340	—
8	8	»	Italienis…	4000	1362	2715	49,9	54,5	43,8	5,0 cbm	15,0	3	30,1	(69)	(3,02)	5570	—
9	9	»	Belgisc…	4130	1583	2650	64,3	70,2	52,6	6,0	21,0	3	48,6	63	2,54	8080	—
10	10	»	»	4000	1632	2805	76,0	82,0	52,5	6,0	20,0	3	47,9	63	2,38	8450	ohne Tender ausgestellt
11	11	»	Paris-L…	4000	1500	2600	64,8	70,3	50,0	3,5	20,1	3	43,2	(74)	(3,15)	6040	—
12	12	»	Franz…	4400	1550	2690	70,3	76,8	53,2	6,0	22,2	3	48,5	(74)	(3,06)	6560	—
13	13	XV	Italienis…	4000	1367	2665	—	70,5	43,5	6,0	20,0	3	37,0	(69)	(2,92)	6840	—
14	14	»	Belgisc…	4415	1506	2700	69,6	74,1	—	6,0	20,0	3	47,9	55	2,38	8200	ohne Tender

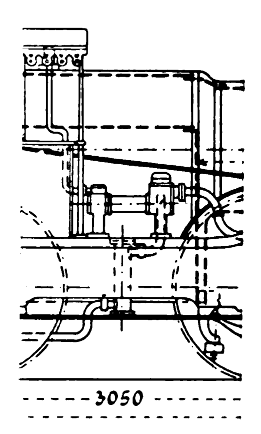
2100

1. Nr.	2. Zeichnung Abb.	3. Zeichnung Tafel	Ei... Ve...	26. Kesseldurchmesser im zylindrischen Teile mm	27. Höhe der Kesselachse über Schienenoberkante mm	28. Gewicht der Lokomotive leer t	29. Gewicht der Lokomotive im Dienste **) L t	30. Reibungsgewicht **)	31. Vorräte Kohlen t (cbm)	32. Vorräte Wasser cbm	33. Tender Achsen Zahl	34. Tender Gewicht mit vollen Vorräten t	35. H/R 22 : 18	36. H/L 22 : 29	37. Z ***) kg	38. Bemerkungen
26	25	XVI	Italien	1333	2200	41,0	45,0	45,0	4,0 t	12,0	3	32,4	(69)	(2,92)	7000	—
27	26	„	Preufs Dire	1430	2500	50,0	56,0	56,0	5,0 „	12,0	3	32,8	73	2,93	12200	—
28	27	„	Eisen Hama	1485	2180	46,8	52,2	52,2	8,0 cbm	12,5	3	32,0	73	3,06	9000	ohne Tender ausgestellt
29	28	„	Anatol	1535	2600	55,3	61,4	54,0	5,0 t	12,0	3	32,0	63	2,36	9550	—
30	29	„	Italien	1464	2450	68,4	75,4	58,4	3,5 cbm	13,0	3	33,8	37	2,14	10450	—
31	30	„	Öster	1549	2615	60,0	66,5	66,5	7,2 „	14,2	3	32,5	54	2,78	11800	—
32	31	„	Re	1550	2650	67,5	75,8	66,9	5,0 t	18,0	4	45,2	90	3,30	12100	—
33	32	„	Öster	1624	2890	70,0	77,2	67,4	7,2 cbm	14,2	3	32,5	51	3,04	12600	—
34	33	XVI	Preufs D	1485	2520	59,0	73,9	73,9	2,0 t	7,0	—	—	73	2,21	13100	—
35	34	„	Fran	1456	2800	78,0	102,0	89	5,0 „	12,8	—	—	82	2,40	13300	—
36	35	XVI	Italien Vero	1026	1800	15,2	20,0	20,0	1,0 cbm	5,2	—	—	57	2,35	—	—
37	36	„		1168	1950	28,0	36,0	36,0	1,4 t	4,3	—	—	57	2,30	5750	—
38	37	XVII	Italie Bı	1075	2020	29,5	37,0	37,0	1,2 „	4,0	—	—	42	2,02	5200	—
39	38	„	Italien Vert	1250	2100	36,0	44,8	44,8	1,7	5,2	—	—	52	1,68	5400	—

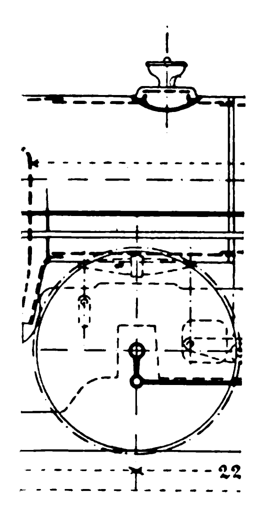
2100

)motiven.

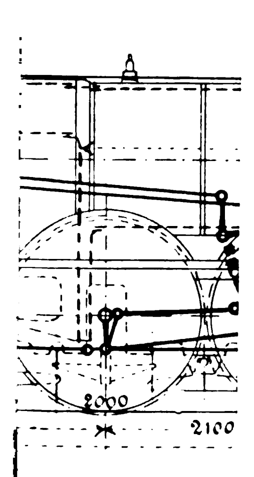
:gyptische Staatsbahn



Staatsbahnen, Gattung

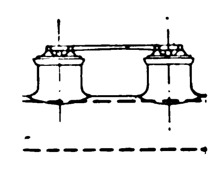


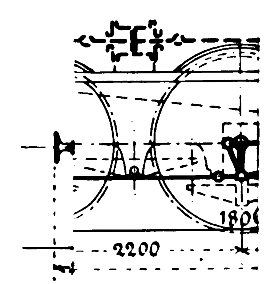
Mittelmeerbahn, Gatt



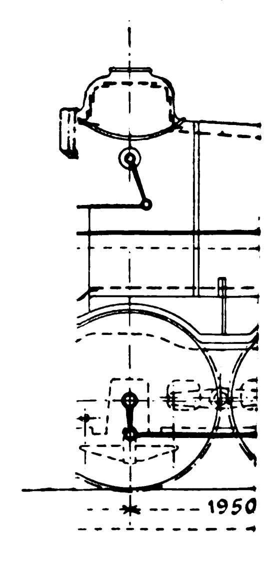
Orga[illegible]tiven.

e Staatsbahnen, G

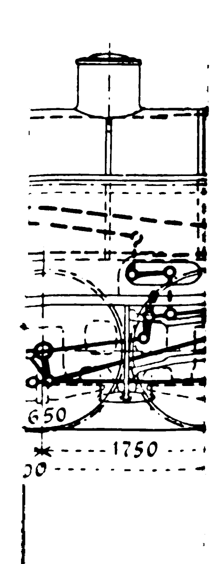




S aatsbahnen, Ga

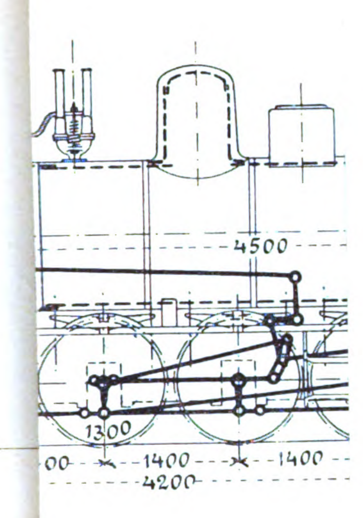


2-Vierzylinder-Ve



Organ ... tiven.

Damaskus-Hama. 0. D. 0 - Zwi



enbahnen. 1. E. 0 - Vierzylinder-

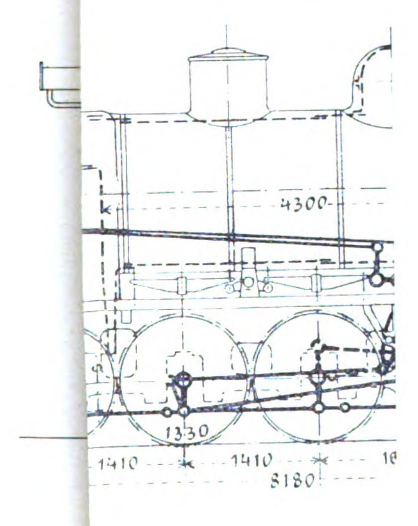


Abb. 35. Nebe

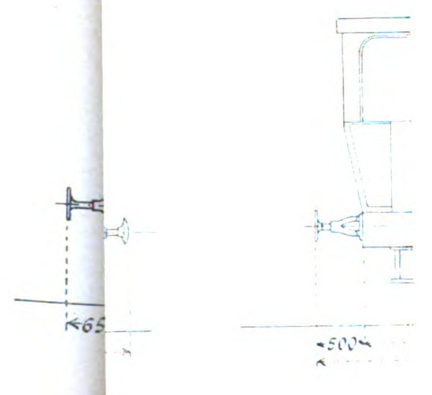




Abb. 37. 0.C.0-Nebenbahn-Lokomotive Bari-Locorotondo.

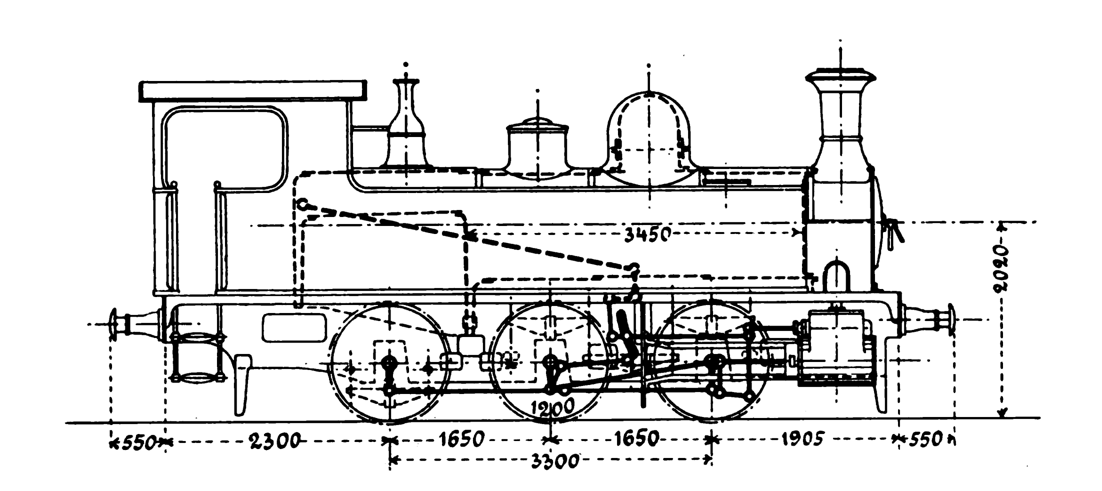


Abb. 38. Italienische Staatsbahnen, Gattung

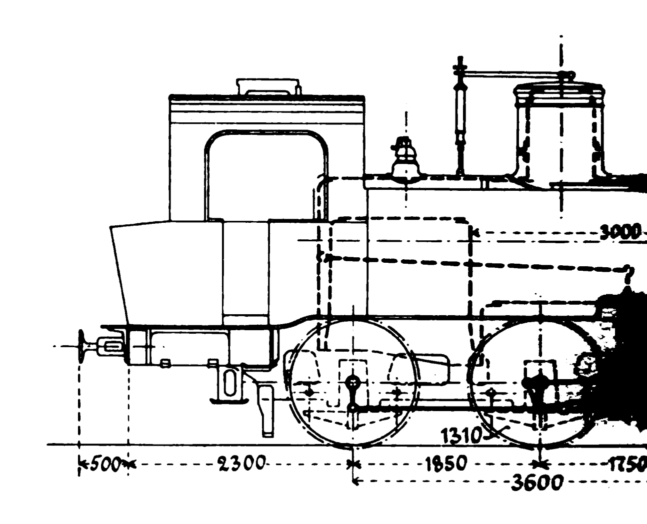


Abb. 40. 0.B.0-Nebenbahn-Lokomotive Fossana-Mondovi, Schmalspur.

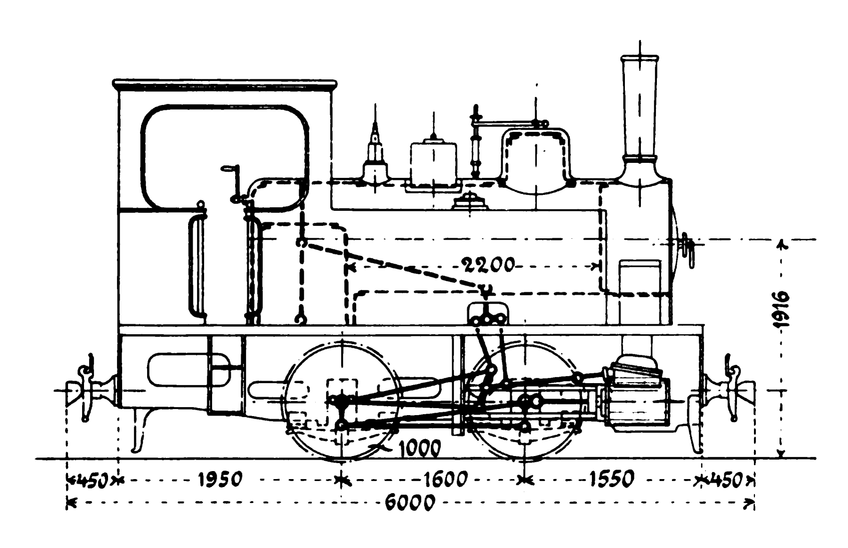


Abb. 41. Belgische 0.C.0-Nebenbahn-Lokomotive, Schmalspur.

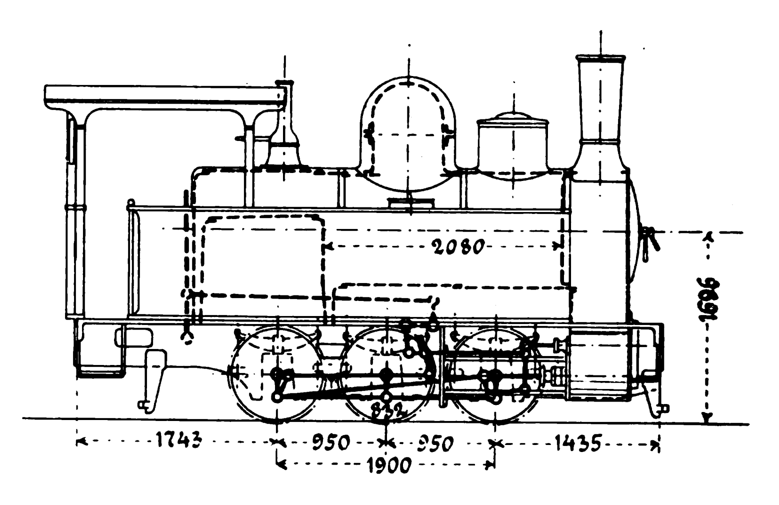


Abb. 44. 0.C.0-Lokomotive der Belgischen Nebenbahngesellschaft, Schmalspur.

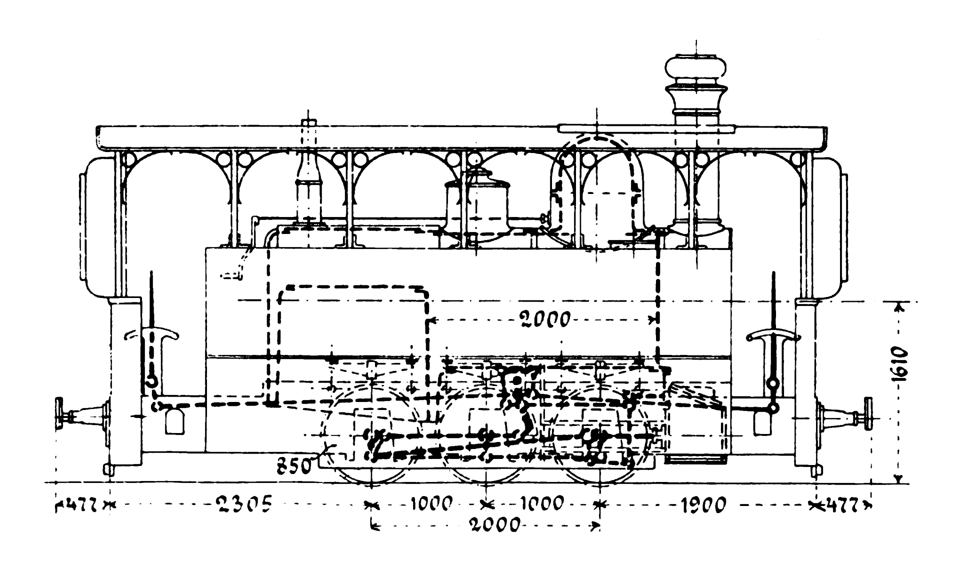
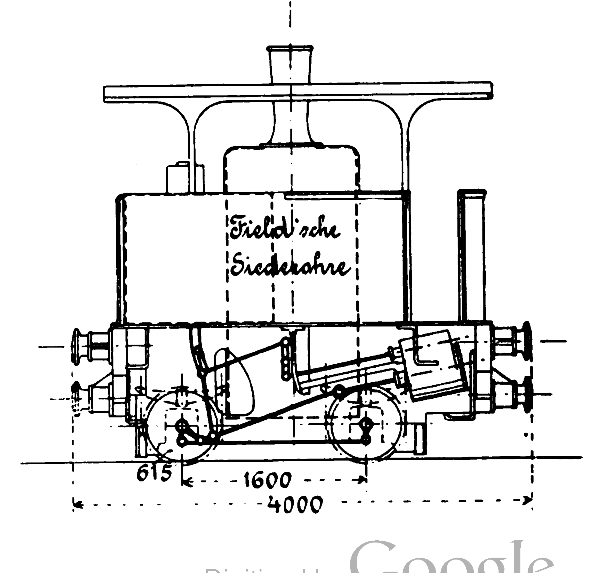


Abb. 45. 0.B.0-Werk-Lokomotive, gebaut von der Maschinenbauanstalt in Denain, Frankreich.



O -Verschiebe-Lokomotive.

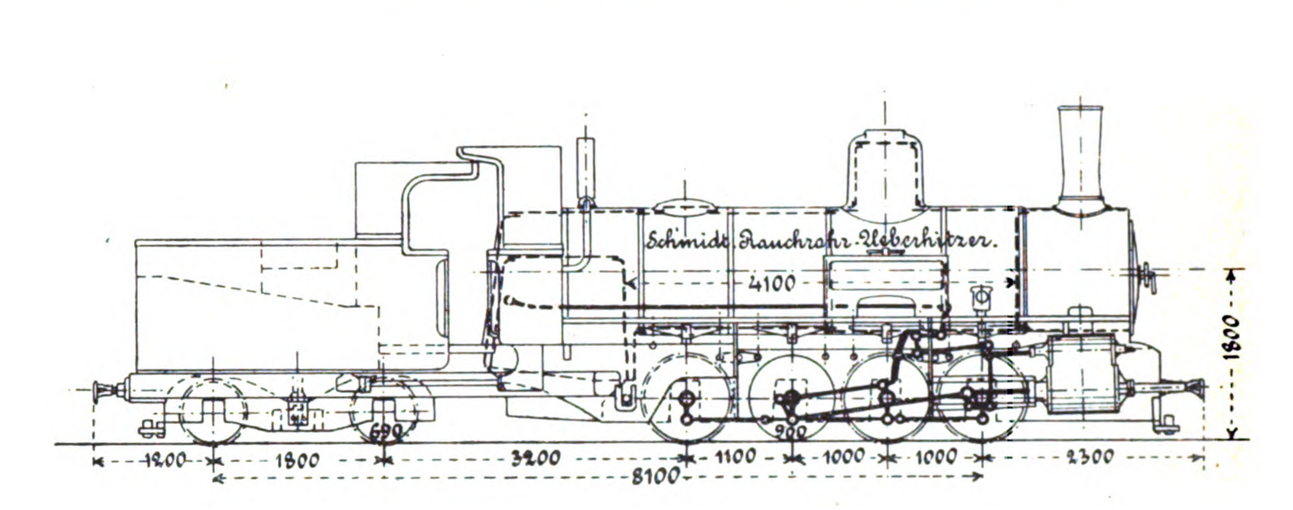
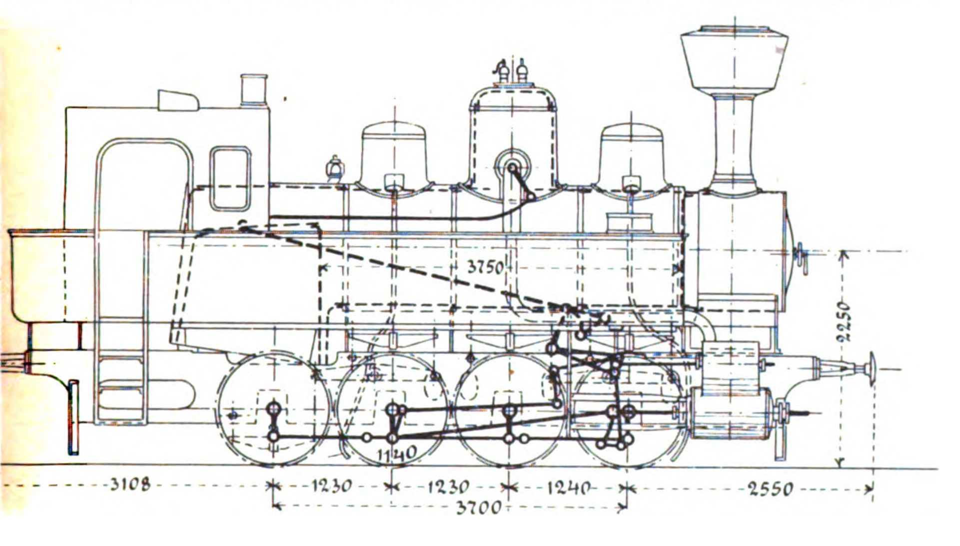


Abb. 42. Niederösterreichische Landesbahnen. 0. D. 2 - Heifsdampf-Lokomotive.



39. Österreichische Staatsbahnen, Gattung 178. 0. D. 0 - Verbund-Lokomotive, Regelspur.

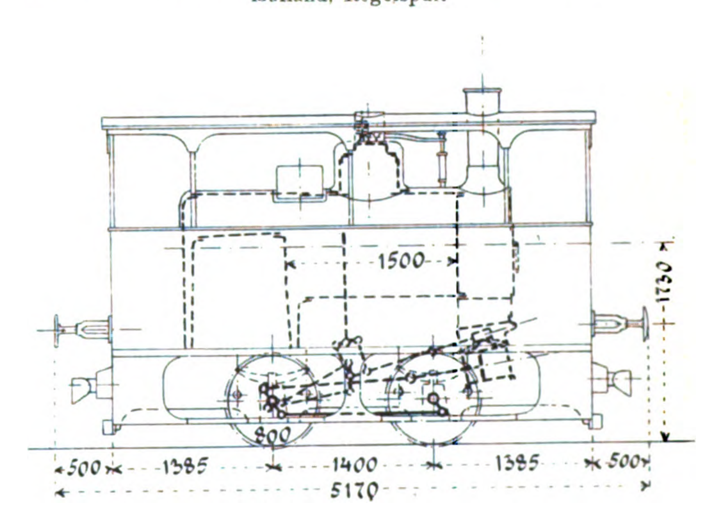
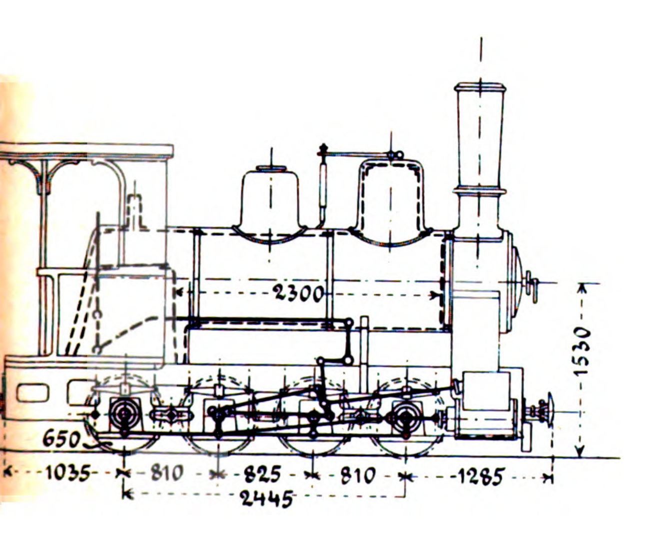


Abb. 43. 0. B. 0 - Strafsenbahn-Lokomotive, gebaut von E. Breda, Mailand, Regelspur.



46. 0. D. 0 - Feldbahn-Lokomotive, gebaut von der Maschinenbauanstalt der ungarischen Staatsbahnen, Schmalspur.

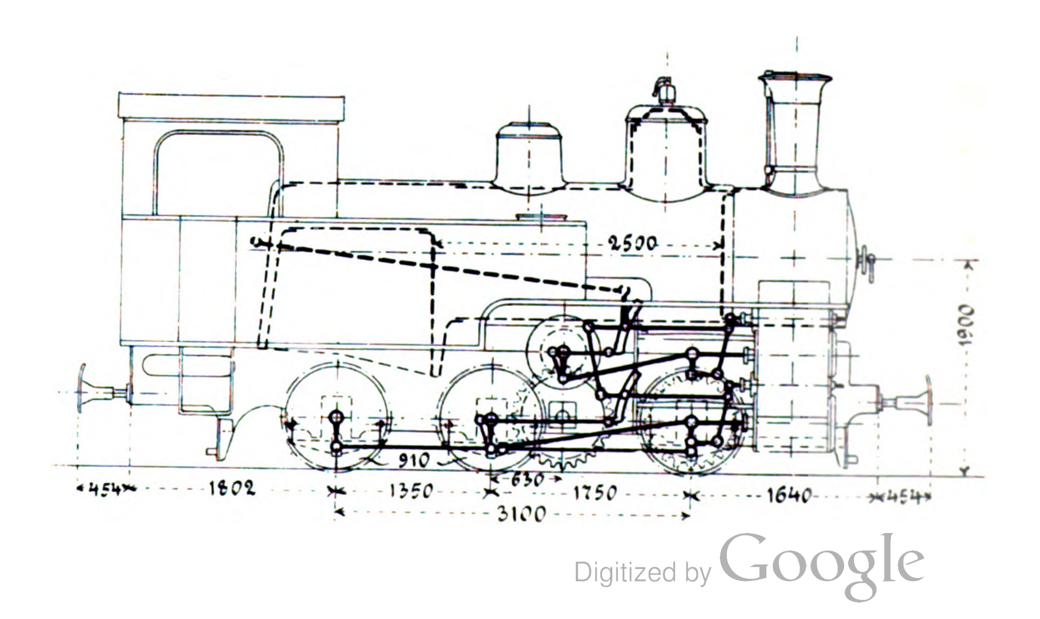


Abb. 47. Brünigbahn, 0. C. 0 - Zahn-Lokomotive, 1000 mm Spur.

Abb. 1 – 7. Zahnradlokomotive für die Manitou und Pike's Peak-Eisenbahn.

Abb. 1. Seitenansicht.

412 412 2806 2370 648 2170 980 1610

Abb. 5. Seitenansicht.

Brenner

Dampfventil für den Brenner

Ölvorwärmer

Ölzuflußhahn

Abb. 5-7. Ölzuführungs-Vorrichtung.

Trichter

Ölbehälter

zu dem Bläser

Abb. 6. Aufsicht.

Brenner

Ölvorwärmer

Regelhahn für den Ölzufluß

Abb. 2. Ölvorwärmer.

1240

zum Brenner

Asbestpackung

50,8 1047 50,8

Abb. 7. Hinteransicht.

Trichter

Sieb

635

1727

Ölzuflußhahn

Über die Ab...
kreisrunden ...
mit ä...

Abb. 9a Beulenbildung durch ...

900 ⌀ 1000 ⌀

Abb. 11. Bildung der ...

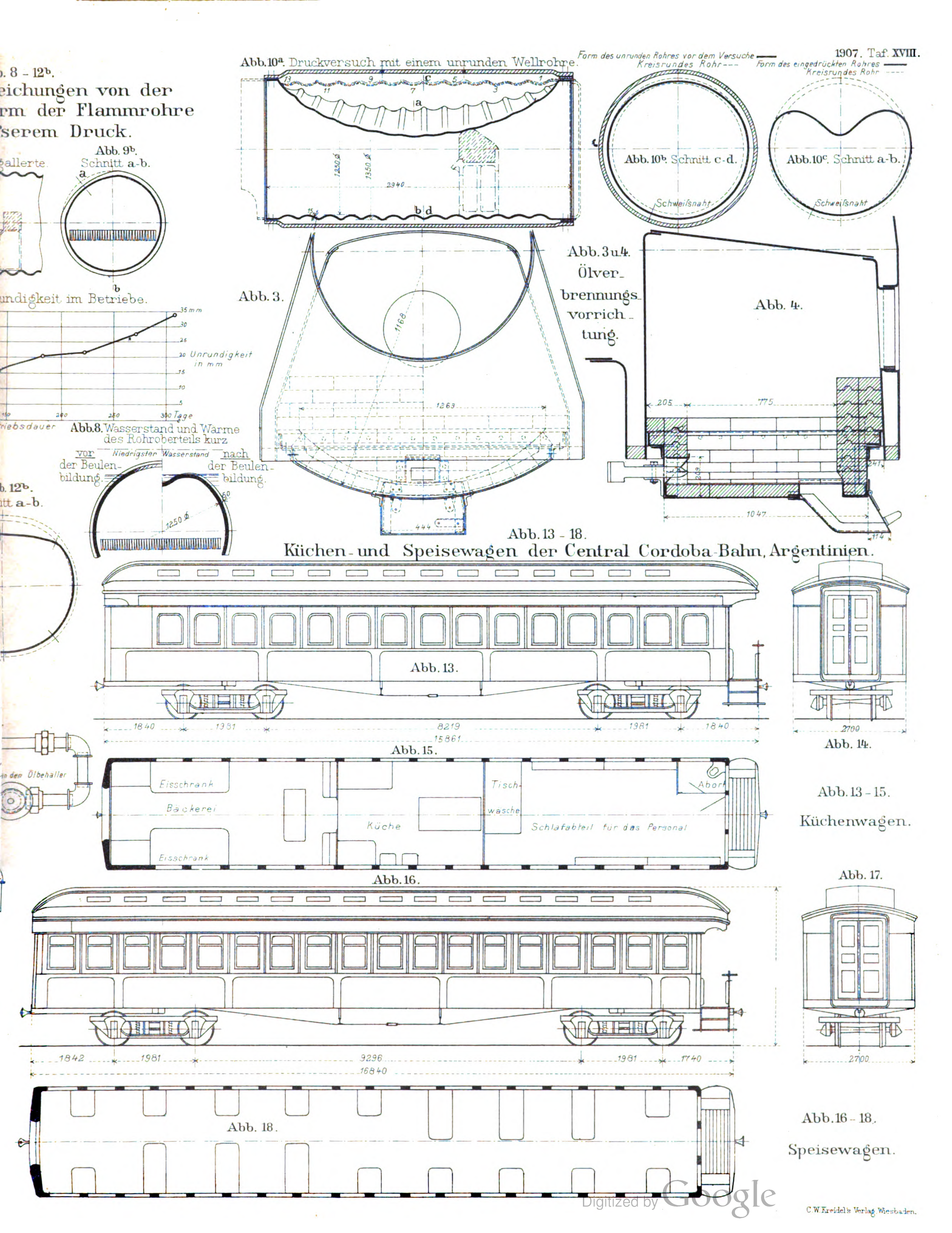
35 mm 30 25 20 15 10 5 0 50 100 Tage

Abb. 12a. Druckversuch.
Bleibende Form des Rohres bei 23 Atm. nach der Beulenbildung.

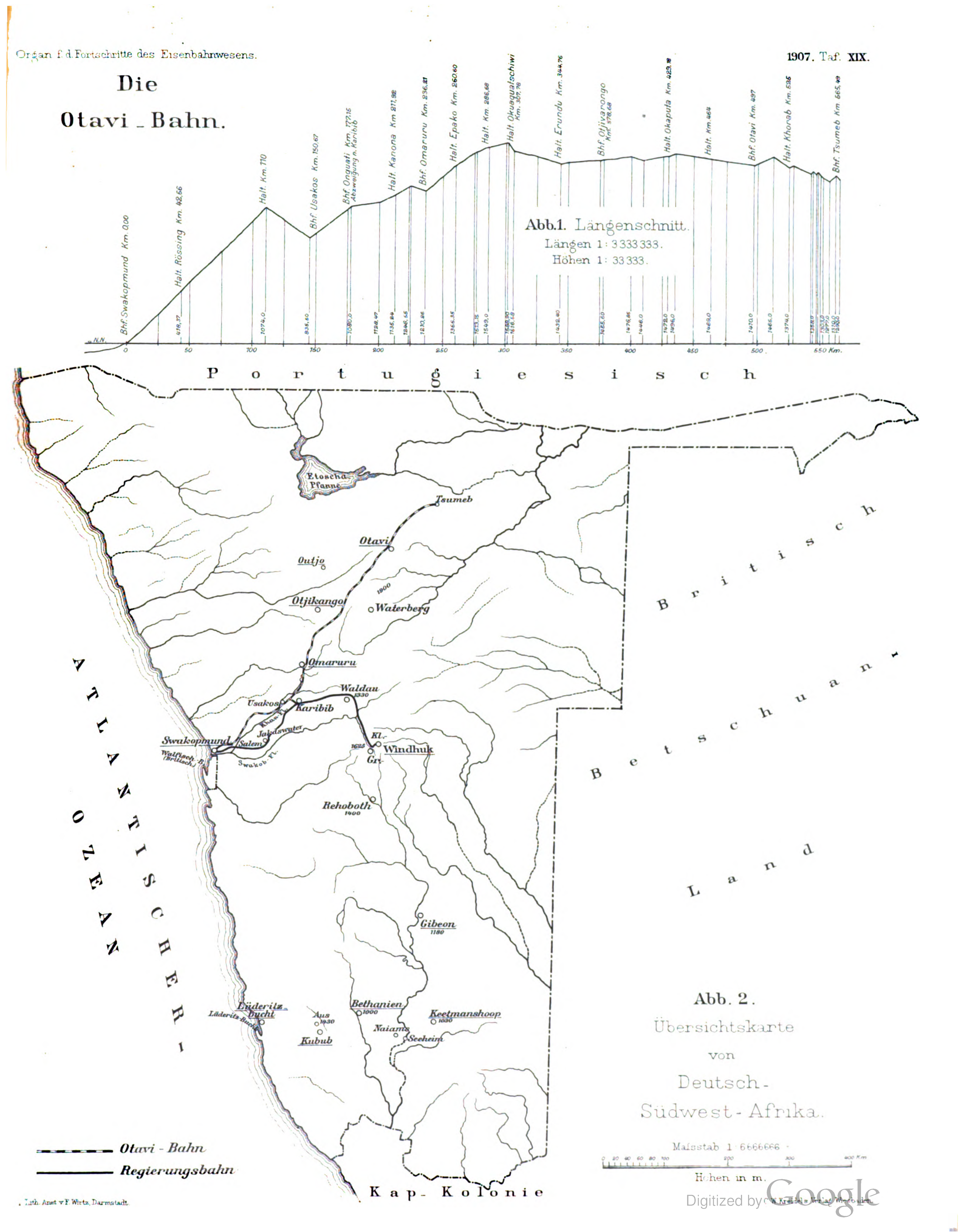
13 11 9 7 5 3 1 a b

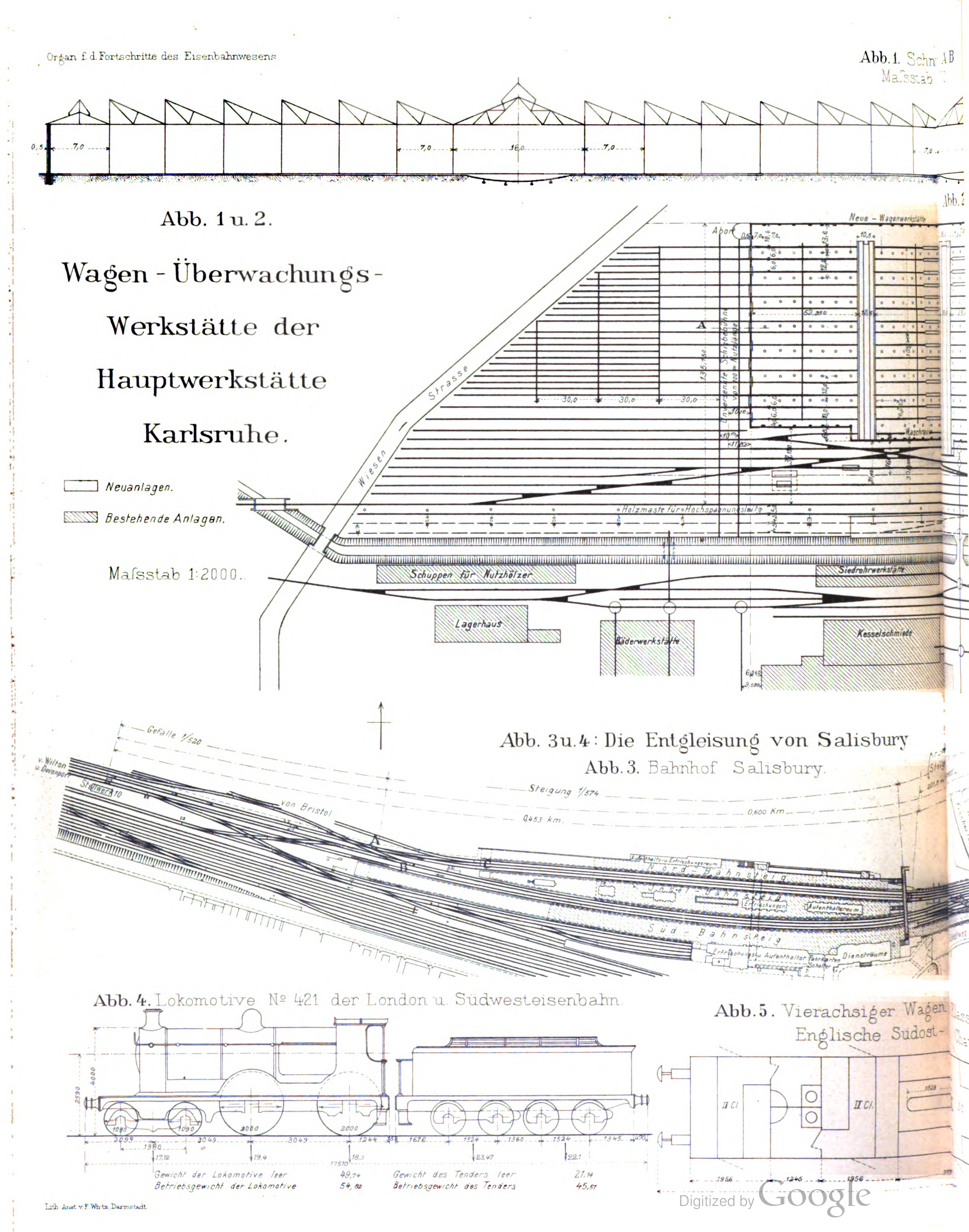
1350 ⌀ 1250 ⌀

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

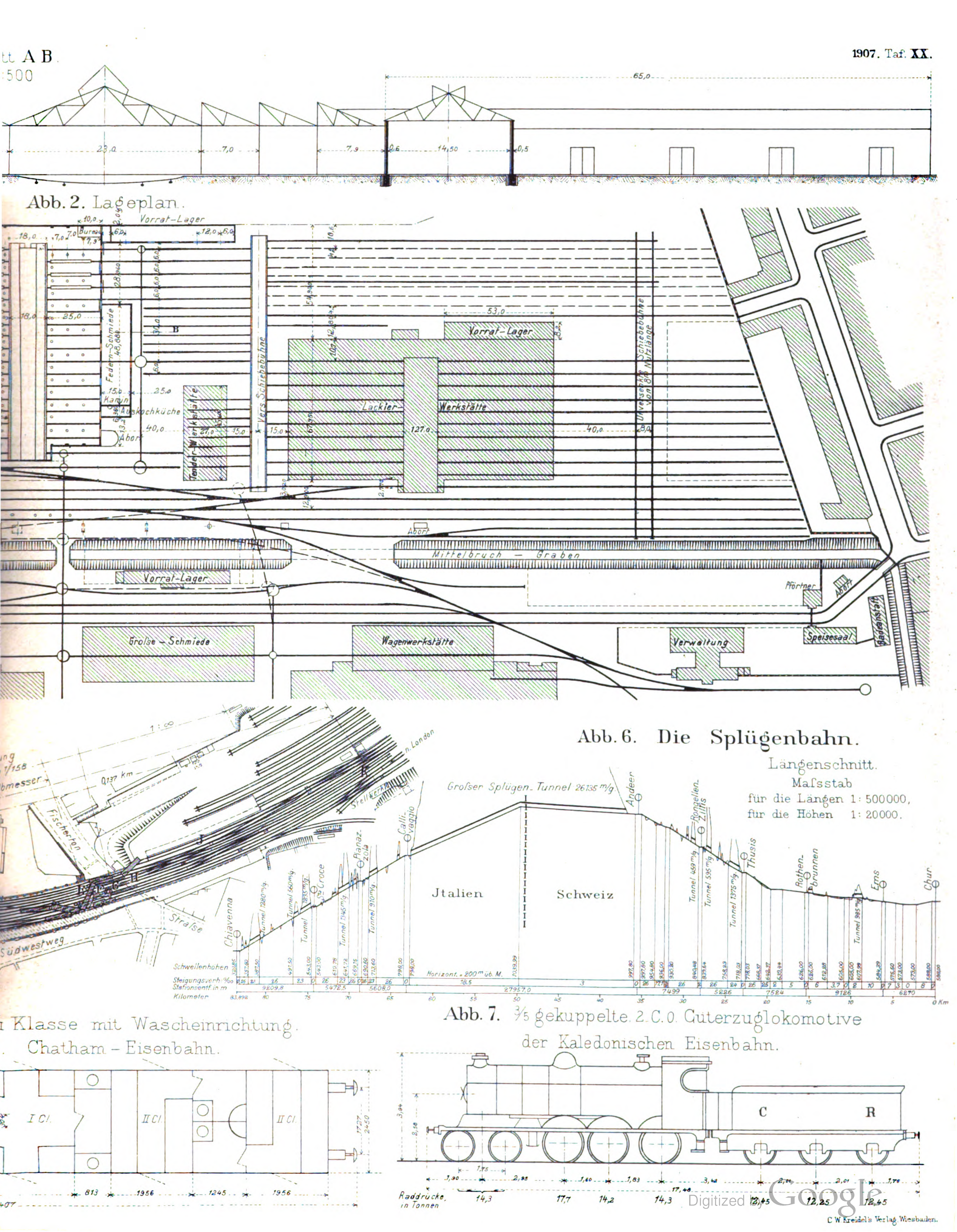


C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

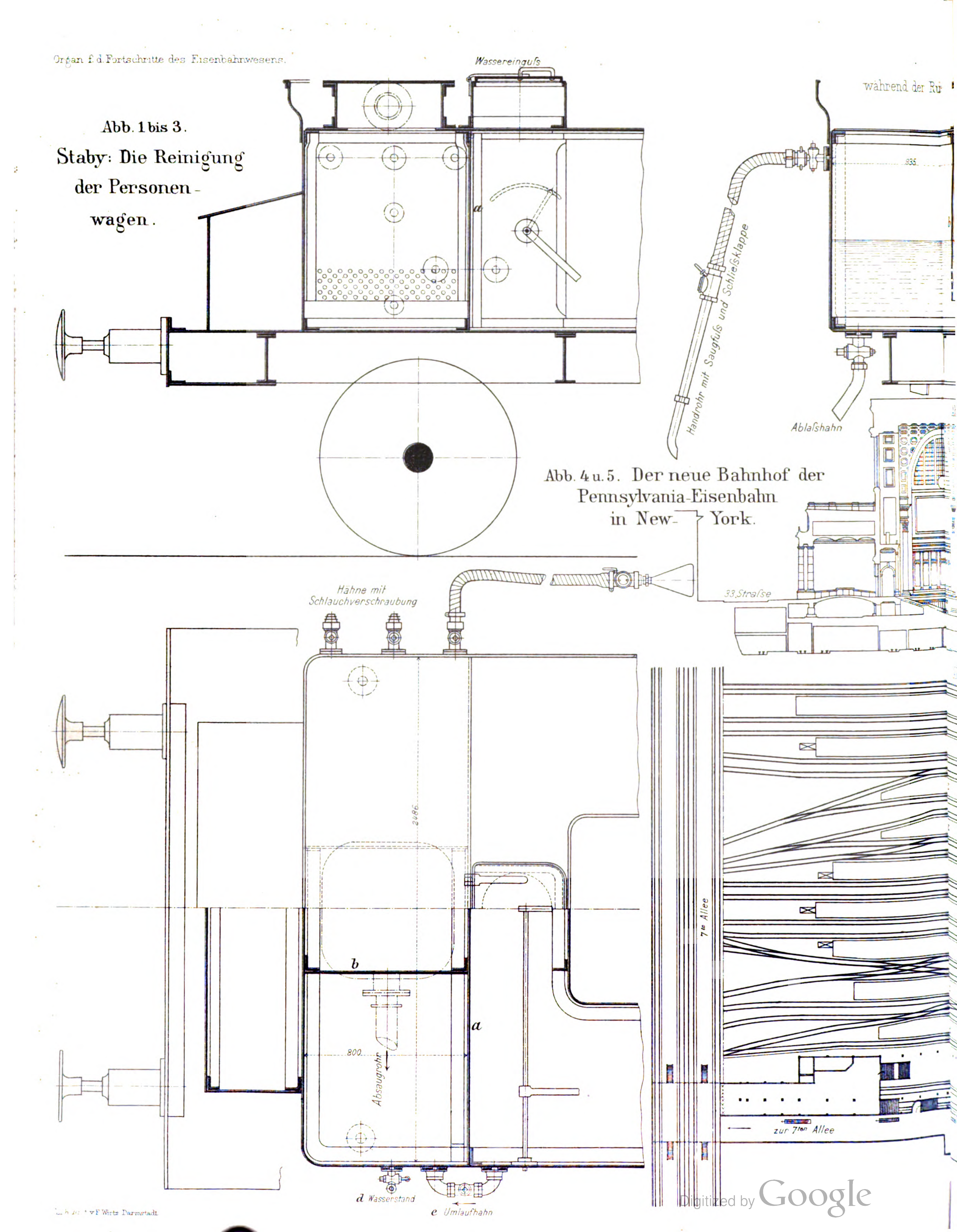

Die
Otavi-Bahn.
Abb. 1. Längenschnitt.
Längen 1 : 3333333.
Höhen 1 : 33333.
Bhf. Swakopmund Km. 0.00
Halt. Rössing Km. 42.66
Halt. Km. 110
Bhf. Usakos Km. 150.67
Bhf. Onguati Km. 177.15 Abzweigung n. Karibib
Halt. Kanona Km. 211.92
Bhf. Omaruru Km. 236.21
Halt. Epako Km. 260.60
Halt. Km. 286.68
Halt. Okuagutschiwi Km. 307.78
Halt. Erundu Km. 344.76
Bhf. Otjivarongo Km. 378.68
Halt. Okapuka Km. 429.18
Halt. Km. 464
Bhf. Otavi Km. 497
Halt. Khorab Km. 525
Bhf. Tsumeb Km. 565.49
N.N.
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 Km.
Portugiesisch
Etoscha Pfanne
Tsumeb
Otavi
Outjo
Otjikango
Waterberg
Omaruru
Waldau
Usakos
Karibib
Khan Fl.
Jakalswater
Swakopmund
Salem
Walfisch B. (Britisch)
Swakob Fl.
Kl.
Windhuk
Gr.
Rehoboth
Gibeon
Bethanien
Keetmanshoop
Naiams
Seeheim
Lüderitz bucht
Lüderitz Bucht
Aus
Kubub
Britisch
Betschuanaland
Atlantischer Ozean
Kap-Kolonie
Otavi-Bahn
Regierungsbahn
Abb. 2.
Übersichtskarte
von
Deutsch-Südwest-Afrika.
Maßstab 1 : 6666666
Höhen in m.
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden.


Abb. 1 bis 3.
Staby: Die Reinigung der Personen-wagen.
Wassereinguſs
a
während der Ru
Handrohr mit Saugfuſs und Schlieſsklappe
Ablaſshahn
Abb. 4 u. 5. Der neue Bahnhof der Pennsylvania-Eisenbahn in New-York.
33. Straſse
Hähne mit Schlauchverschraubung
2486
b
a
800
Absaugrohr
7te Allee
zur 7ten Allee
d Wasserstand
e Umlaufhahn

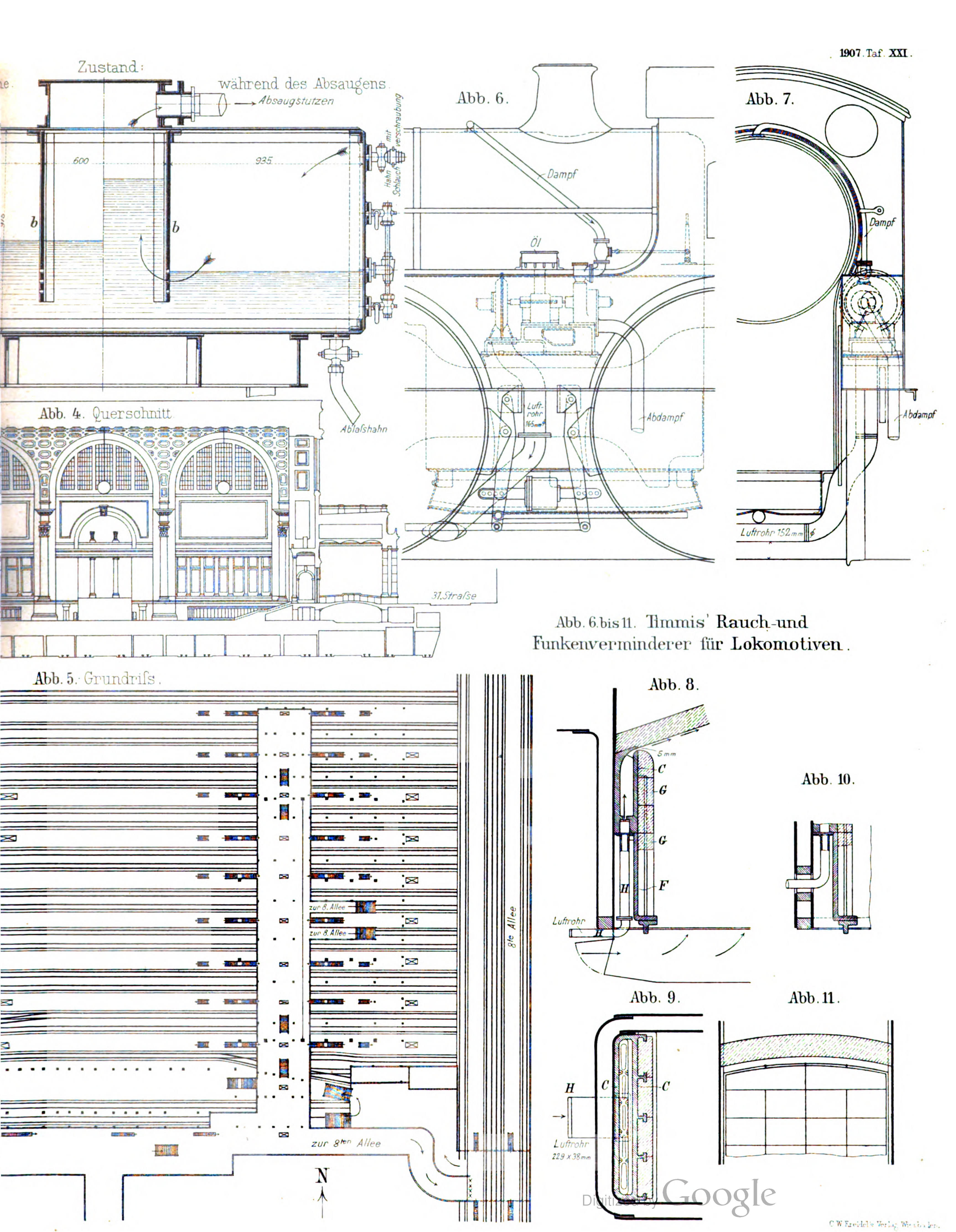
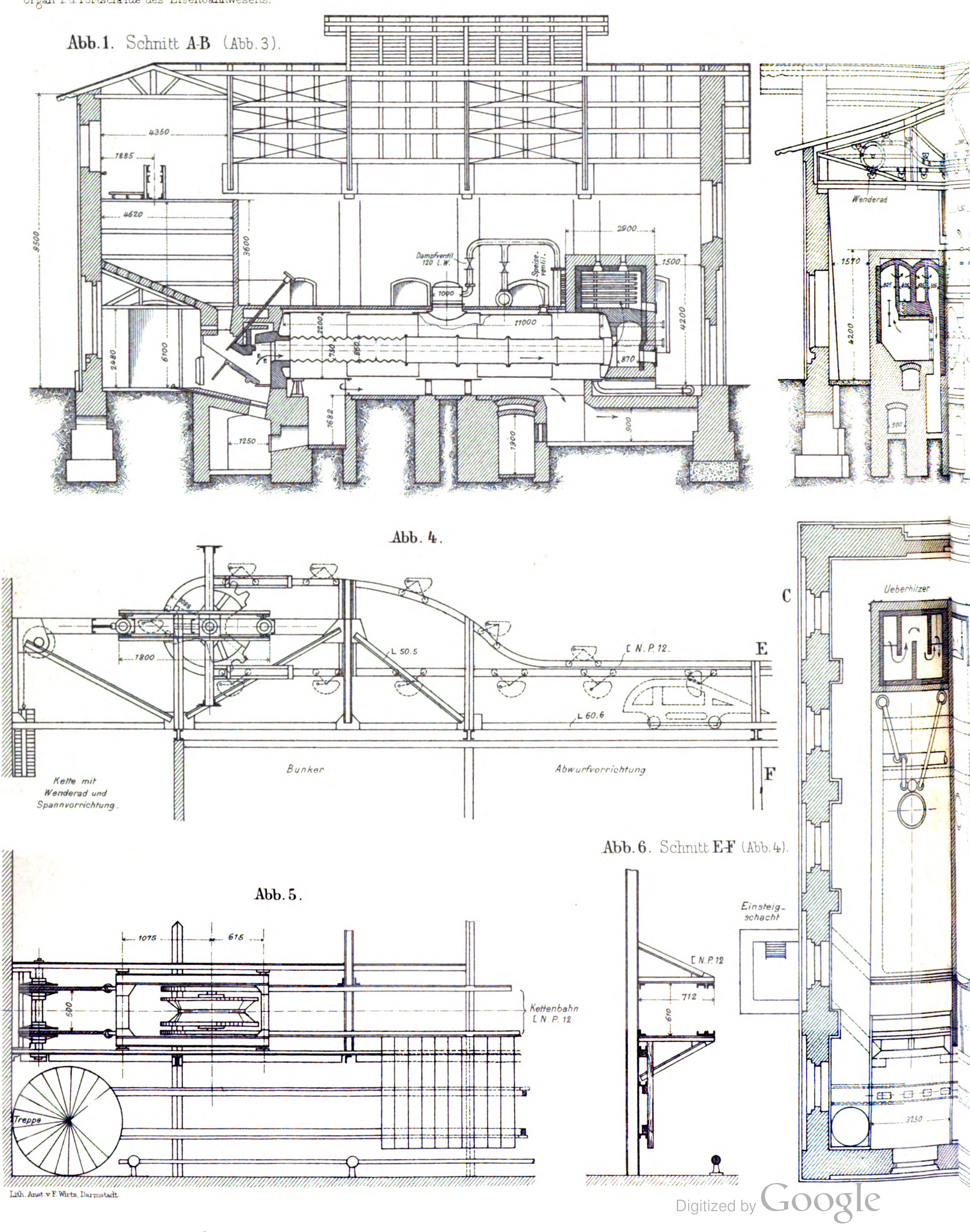
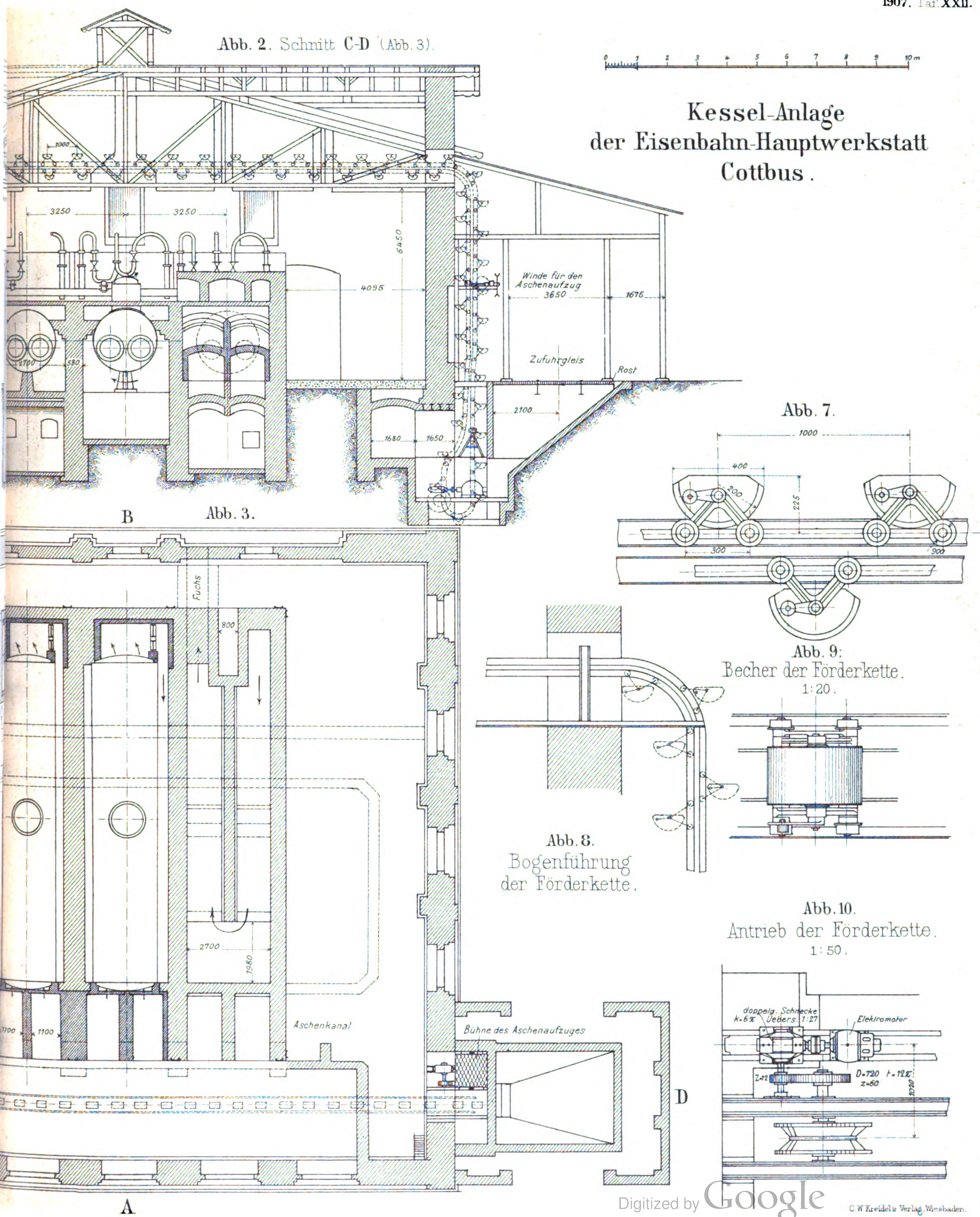


Abb. 6 bis 11. Timmis' Rauch- und Funkenverminderer für Lokomotiven.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C.W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1 bis 5.

Die neuen Güterschuppen der Missouri Pacific Bahn in Kansas.

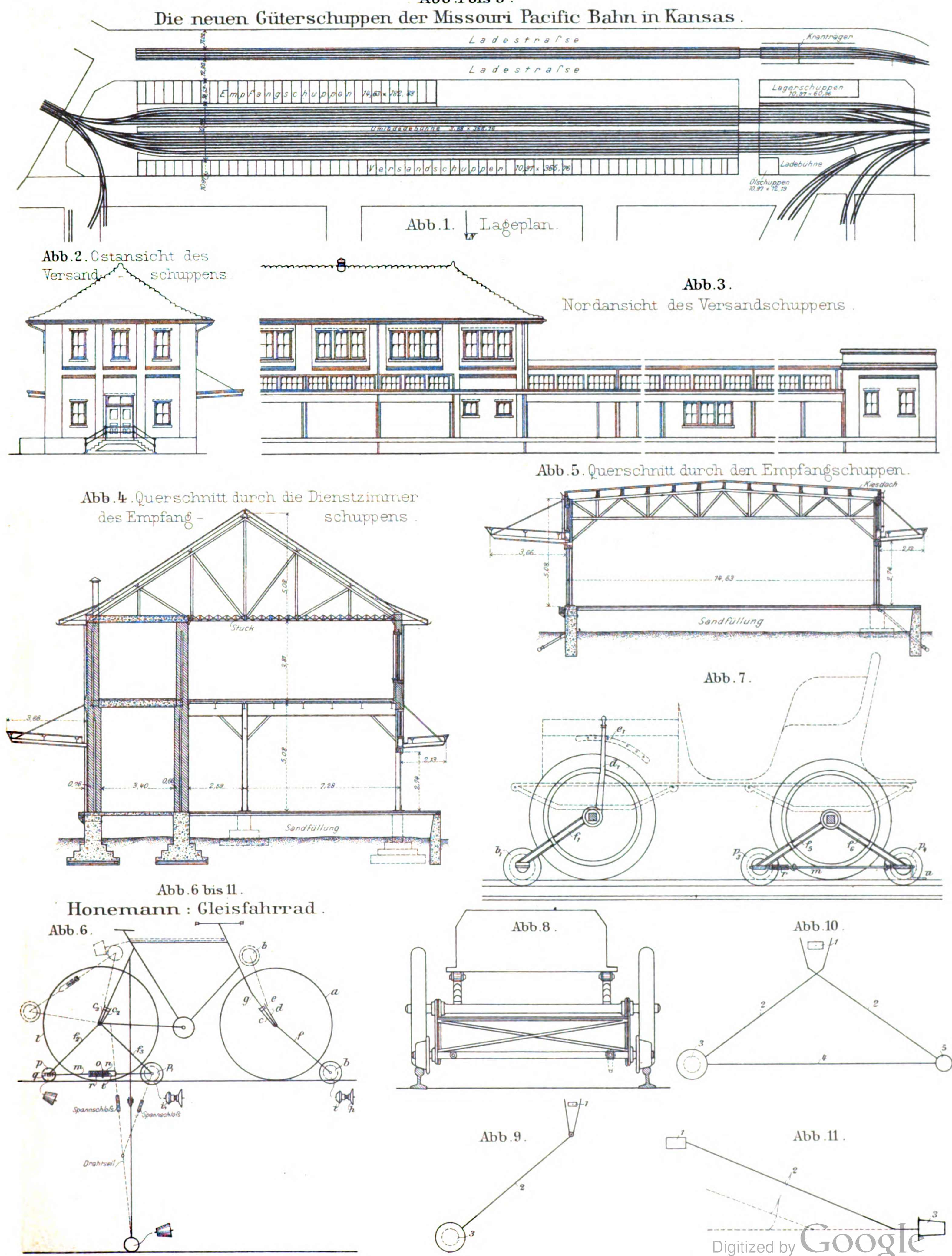


Abb. 1 bis 7. Lambert:

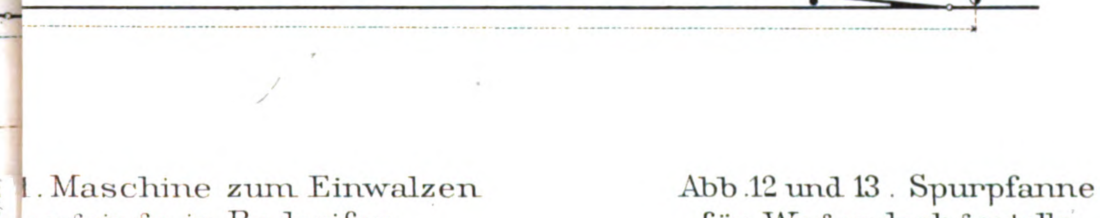
Gerade und gekrümmte Weichenstrafsen.

…ge und mit den sogenannten …eichenstrafsen.

Gruppe mit 11 Gleisen gleicher Länge und mit den sogenannten gewöhnlichen Weichenstrafsen.

…1 Gleisen von 250 Faden, … und mit den sogenannten …Weichenstrafsen.

Abb. 4. Gruppe mit 11 Gleisen von 250 Faden, 533,395 m, geringster Länge und mit den sogenannten gewöhnlichen Weichenstrafsen.



…1. Maschine zum Einwalzen …engringe in Radreifen.

Abb. 10.

Abb. 11.

Rückgang

Arbeits-gang

Abb. 12 und 13. Spurpfanne für Wagendrehgestelle.

Abb. 12.

Gummi

Abb. 13.

32 Kugeln von 32 mm ⌀

R = 184

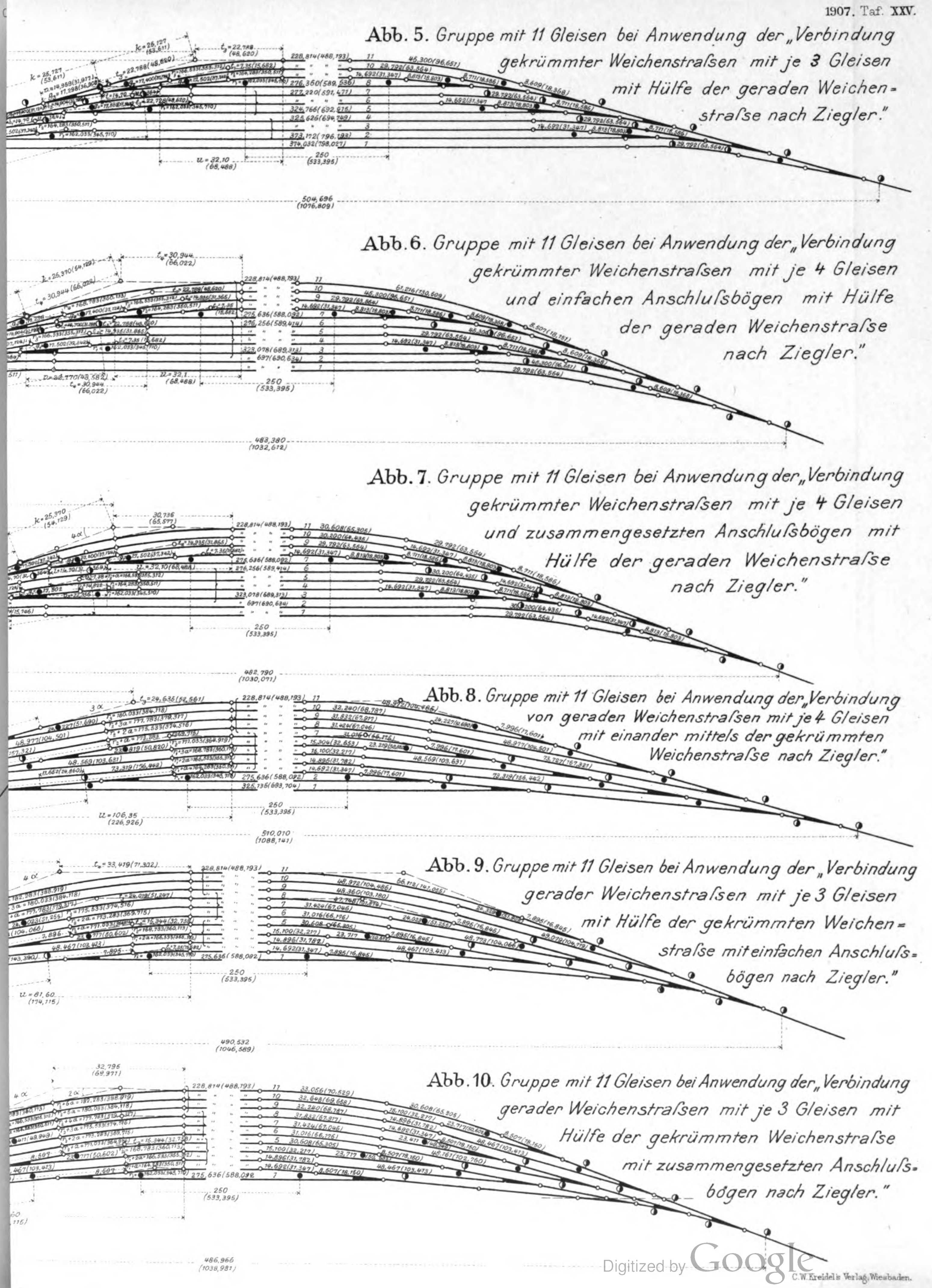


Abb. 5. Gruppe mit 11 Gleisen bei Anwendung der „Verbindung gekrümmter Weichenstraſsen mit je 3 Gleisen mit Hülfe der geraden Weichenstraſse nach Ziegler."

Abb. 6. Gruppe mit 11 Gleisen bei Anwendung der „Verbindung gekrümmter Weichenstraſsen mit je 4 Gleisen und einfachen Anschluſsbögen mit Hülfe der geraden Weichenstraſse nach Ziegler."

Abb. 7. Gruppe mit 11 Gleisen bei Anwendung der „Verbindung gekrümmter Weichenstraſsen mit je 4 Gleisen und zusammengesetzten Anschluſsbögen mit Hülfe der geraden Weichenstraſse nach Ziegler."

Abb. 8. Gruppe mit 11 Gleisen bei Anwendung der „Verbindung von geraden Weichenstraſsen mit je 4 Gleisen mit einander mittels der gekrümmten Weichenstraſse nach Ziegler."

Abb. 9. Gruppe mit 11 Gleisen bei Anwendung der „Verbindung gerader Weichenstraſsen mit je 3 Gleisen mit Hülfe der gekrümmten Weichenstraſse mit einfachen Anschluſsbögen nach Ziegler."

Abb. 10. Gruppe mit 11 Gleisen bei Anwendung der „Verbindung gerader Weichenstraſsen mit je 3 Gleisen mit Hülfe der gekrümmten Weichenstraſse mit zusammengesetzten Anschluſsbögen nach Ziegler."

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1. Das Stadtbahnnetz von Neu-York.

Abb. 2. Vorder-ansicht.

Abb. 3. Seiten-ansicht.

Abb. 2-8. Der Blockstab von Webb und Thompson in seiner neuesten Form.

Abb. 4. Blockstab.

Abb. 5. Kreuzförmige Sperrscheibe. 1 : 10.

Abb. 6. Elektromagnetische Auslösevorrichtung. 1 : 5.

Abb. 8. Fernsprech-einrichtung.

Abb. 7. Schaltungsübersicht.

Abb. 9. Neue Schaltung für Morseleitungen.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1 u. 2.

Selbstentlader von 50 t Ladefähigkeit.

1:25.

Abb. 3. Versuchseinrichtung für hängendes Gasglühlicht.

Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt.

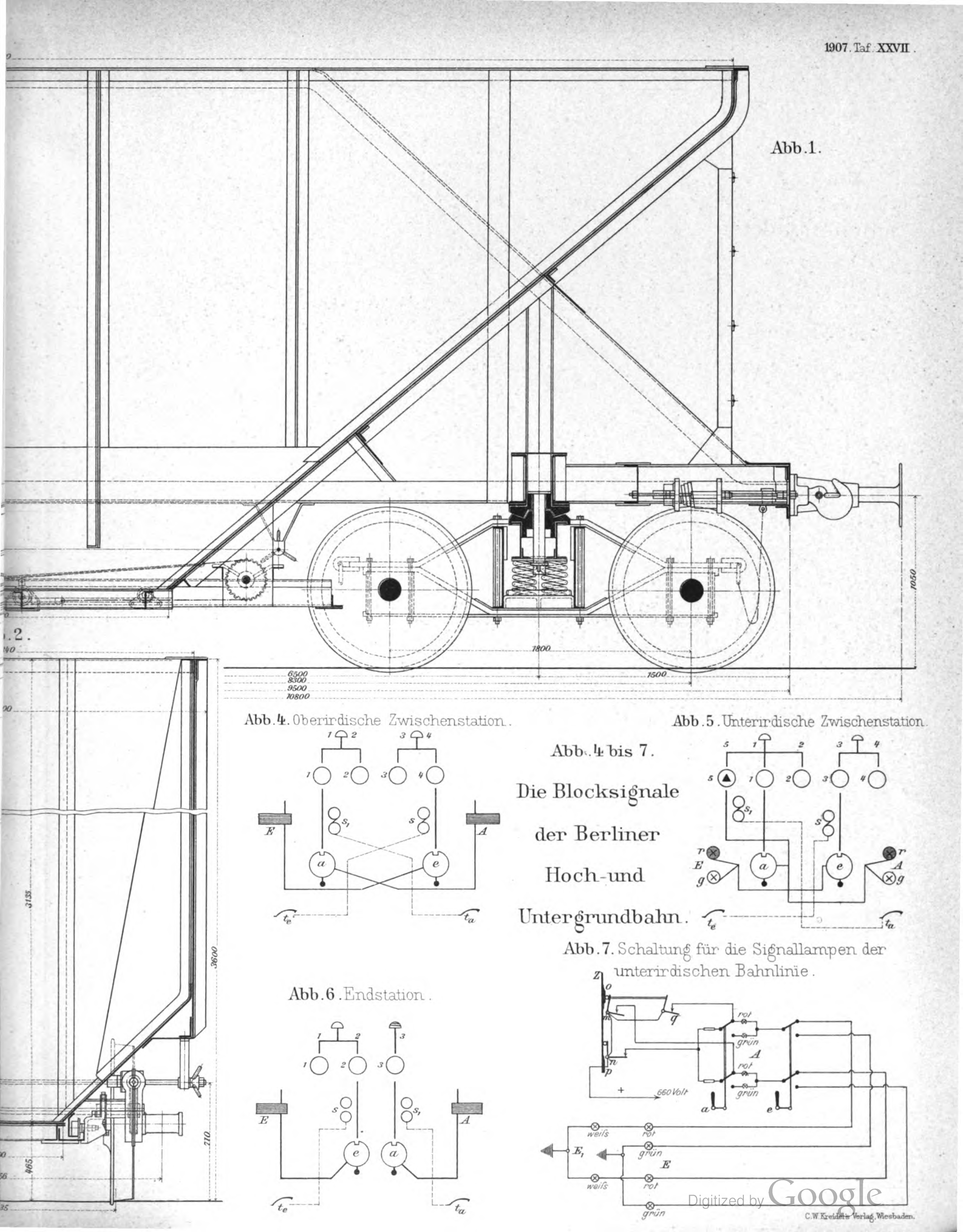

Abb. 1.
1800
1500
6500
8300
9500
10800
1050
.2.
3135
3600
710
465
Abb. 4. Oberirdische Zwischenstation.
Abb. 5. Unterirdische Zwischenstation.
Abb. 4 bis 7.
Die Blocksignale
der Berliner
Hoch-und
Untergrundbahn.
Abb. 6. Endstation.
Abb. 7. Schaltung für die Signallampen der unterirdischen Bahnlinie.
660 Volt
rot
grün
weiſs
C.W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1. Lageplan.

N

NORTH RIVER

WEEHAWKEN

Ufermauerlinie

Dammkopflinie

Grenze zwischen den Staaten New York und New Jersey

34 Straße

33 Straße

32 Straße

31 Straße

30 Straße

12. Allee

11. Allee

10. Allee

9. Allee

Abb. 2. Höhenplan.

Pennsylvania, New Jersey und New York-Bahn.

Pennsylvania, New York und Long Jsland-Bahn.

Ufermauer-linie

Dammkopflinie

M. H. W.

S. O.

Fallen 1,3 v. H.

Steigen 0,5294 v. H.

Steigen 1,923 v. H.

1801,37

53,25

7864,77

Bergen Hill-Tunnel

Unterwassertunnel

Weehawken-Schacht

Weehawken-Tunnel

Weehawken-Schildkammern

Manhattan-Schildkammern

Abb. 1

Der

sylv

Tun

unter

Hud

Flu

Abb. 7 bis 11. Dampf

Vale Eisen

Abb. 7. Längsans

Abb. 8 u. 9. Längsschnitte.

Abb. 8.

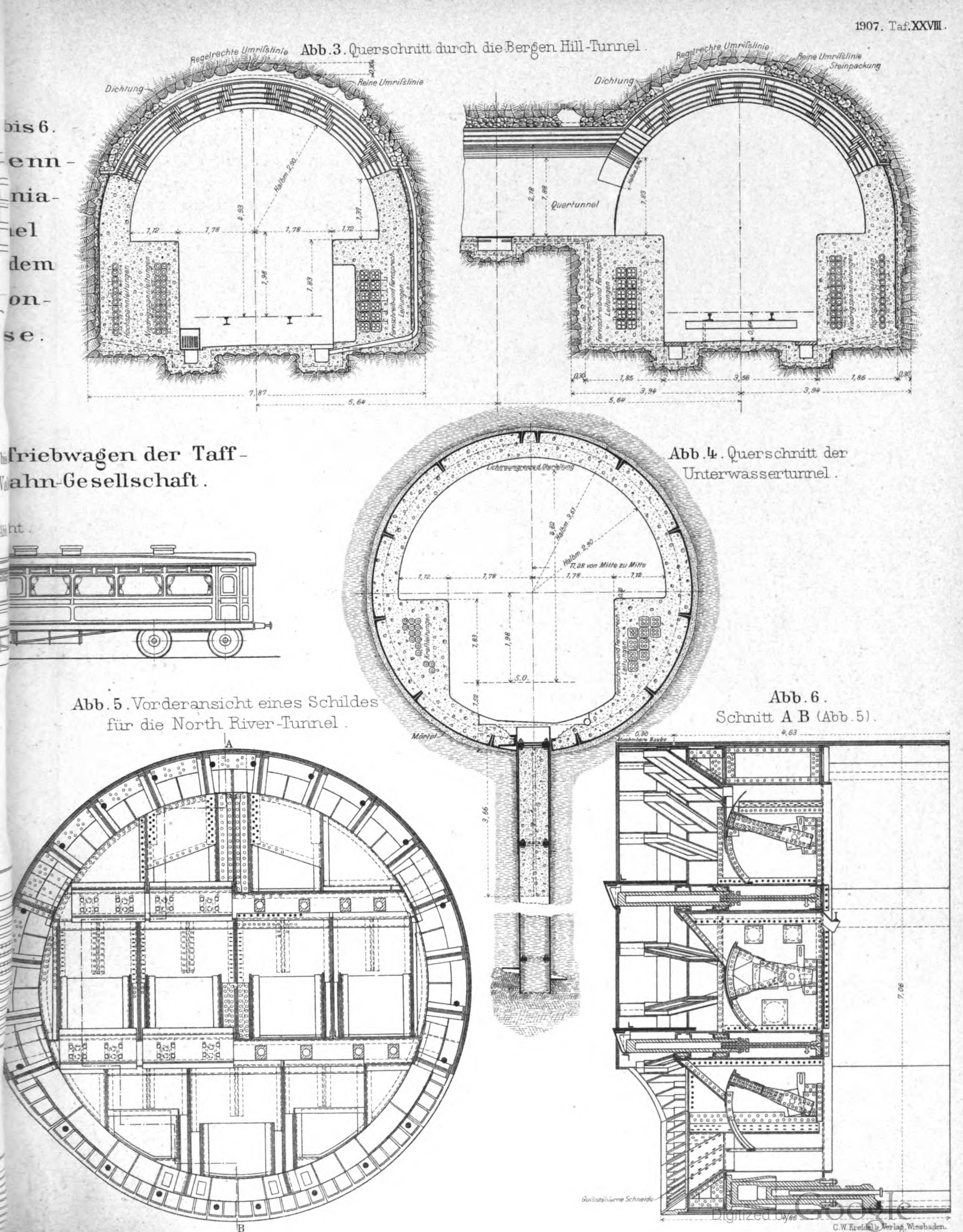
Abb. 9.

Abb. 10 u. 11. Dampfkessel.

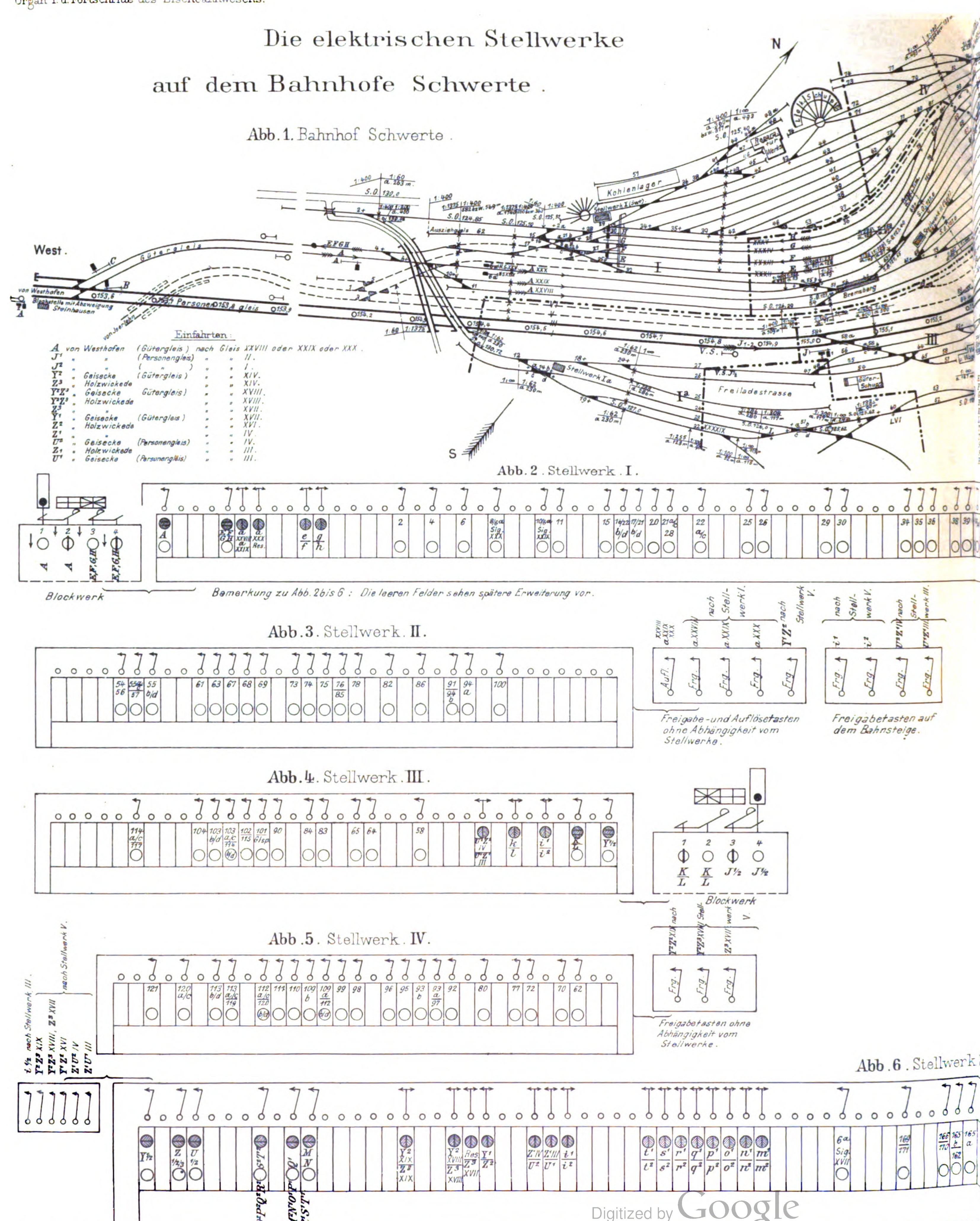
Abb. 10.

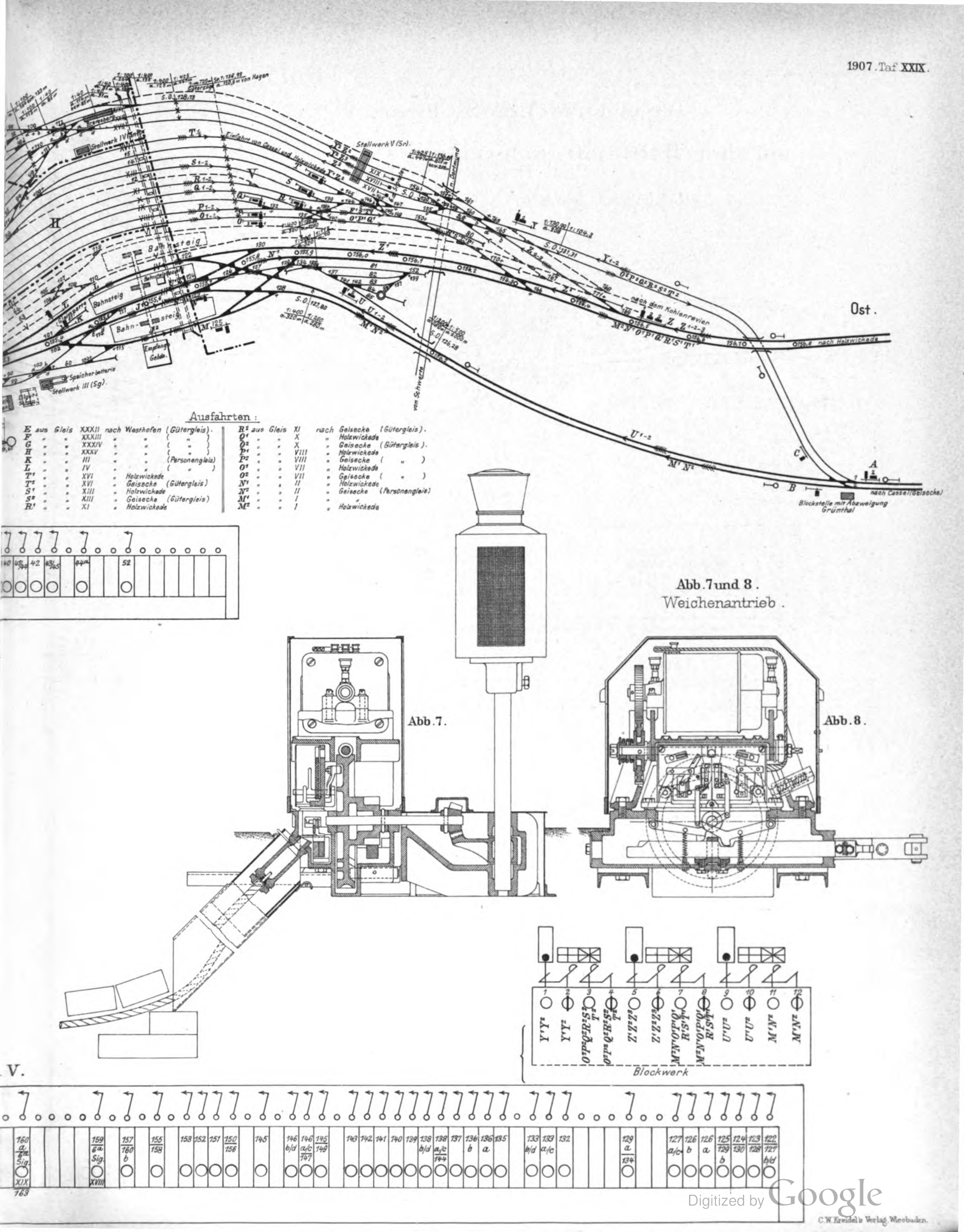
Abb. 11.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

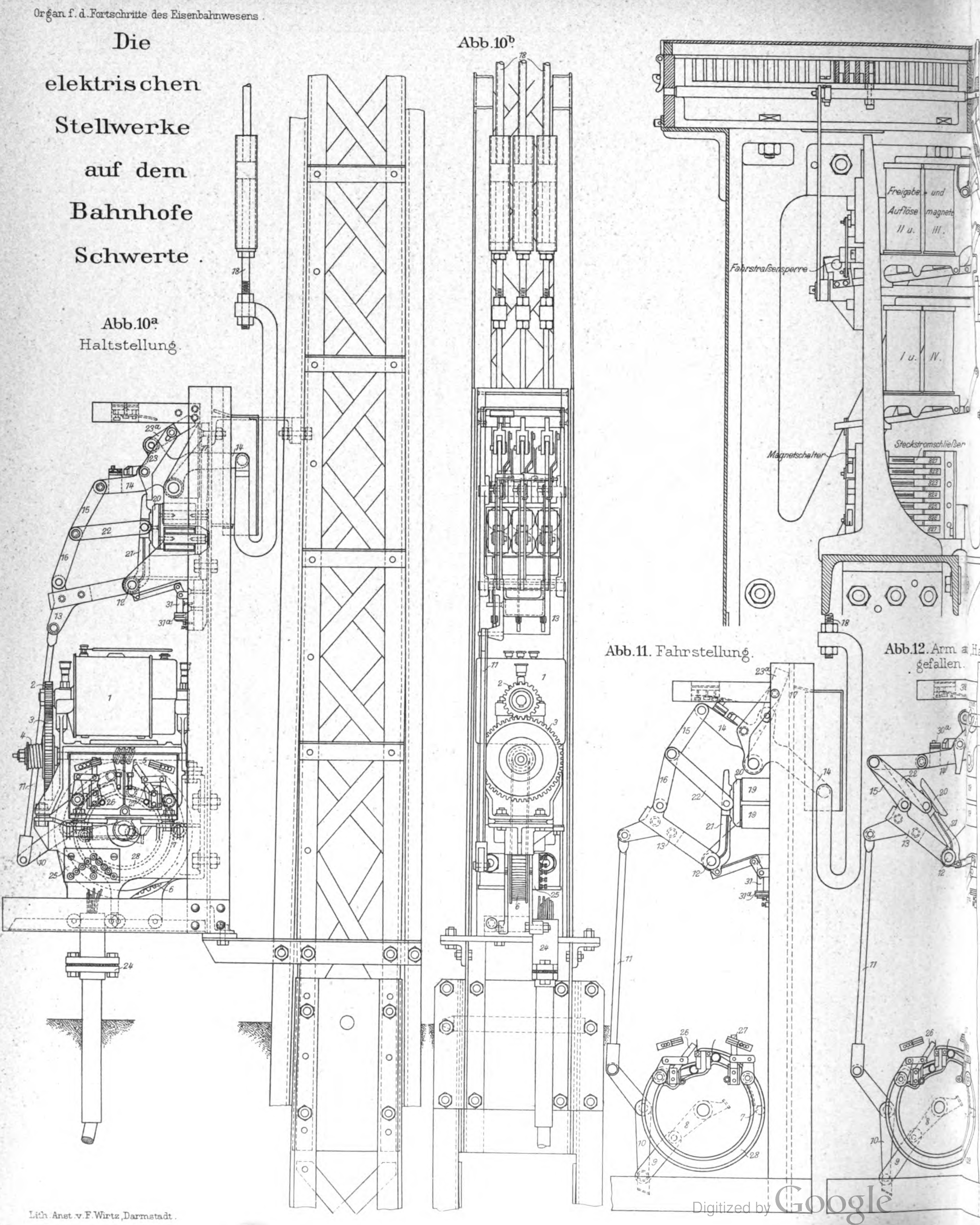

Abb. 3. Querschnitt durch die Bergen Hill-Tunnel.
Regelrechte Umrißlinie
Reine Umrißlinie
Dichtung
Steinpackung
Quertunnel
Hochspannleitungen
Niedrigspannleitungen
Fernschreib- und Fernsprech-Leitungen
bis 6.
enn-
nia-
nel
dem
on-
se.
Triebwagen der Taff-
Vahn-Gesellschaft.
Abb. 4. Querschnitt der Unterwassertunnel.
Lichtraumgrenze d. Oberleitung
Kraftleitungen
Mörtel
Abb. 5. Vorderansicht eines Schildes für die North River-Tunnel.
Abb. 6. Schnitt A B (Abb. 5).
Abnehmbare Haube
Gussstählerne Schneide
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Die elektrischen Stellwerke auf dem Bahnhofe Schwerte.

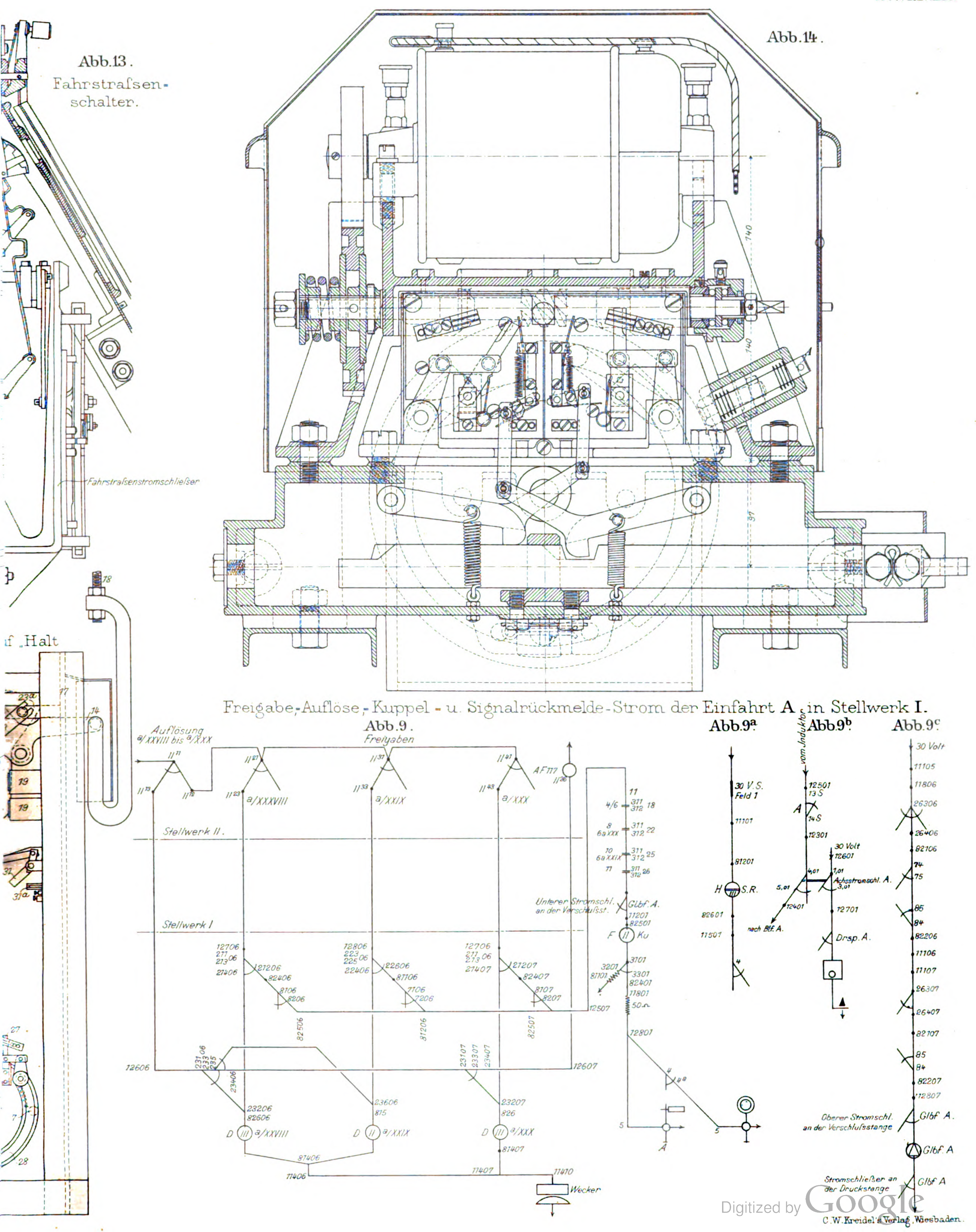




C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Die elektrischen Stellwerke auf dem Bahnhofe Schwerte.

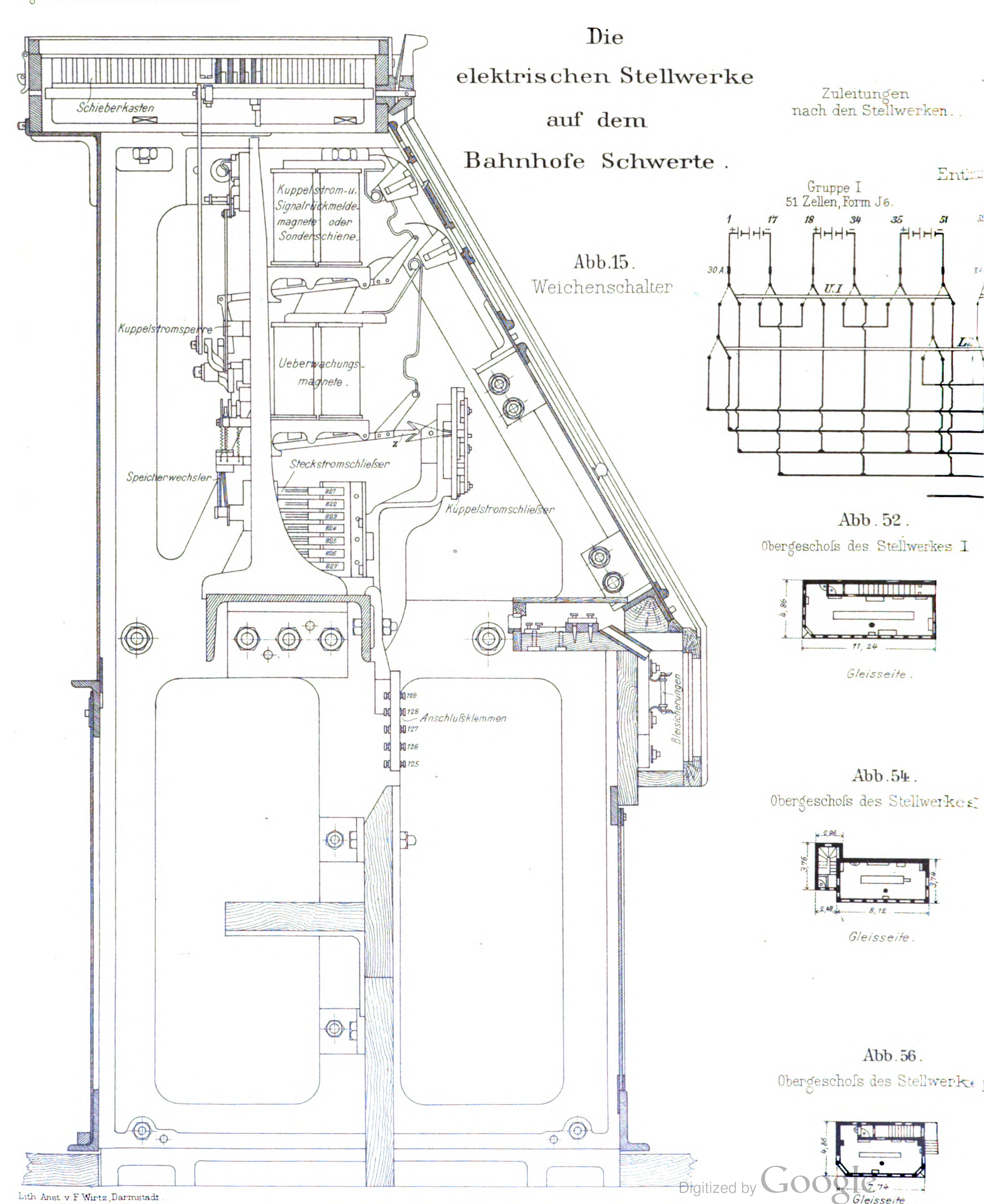


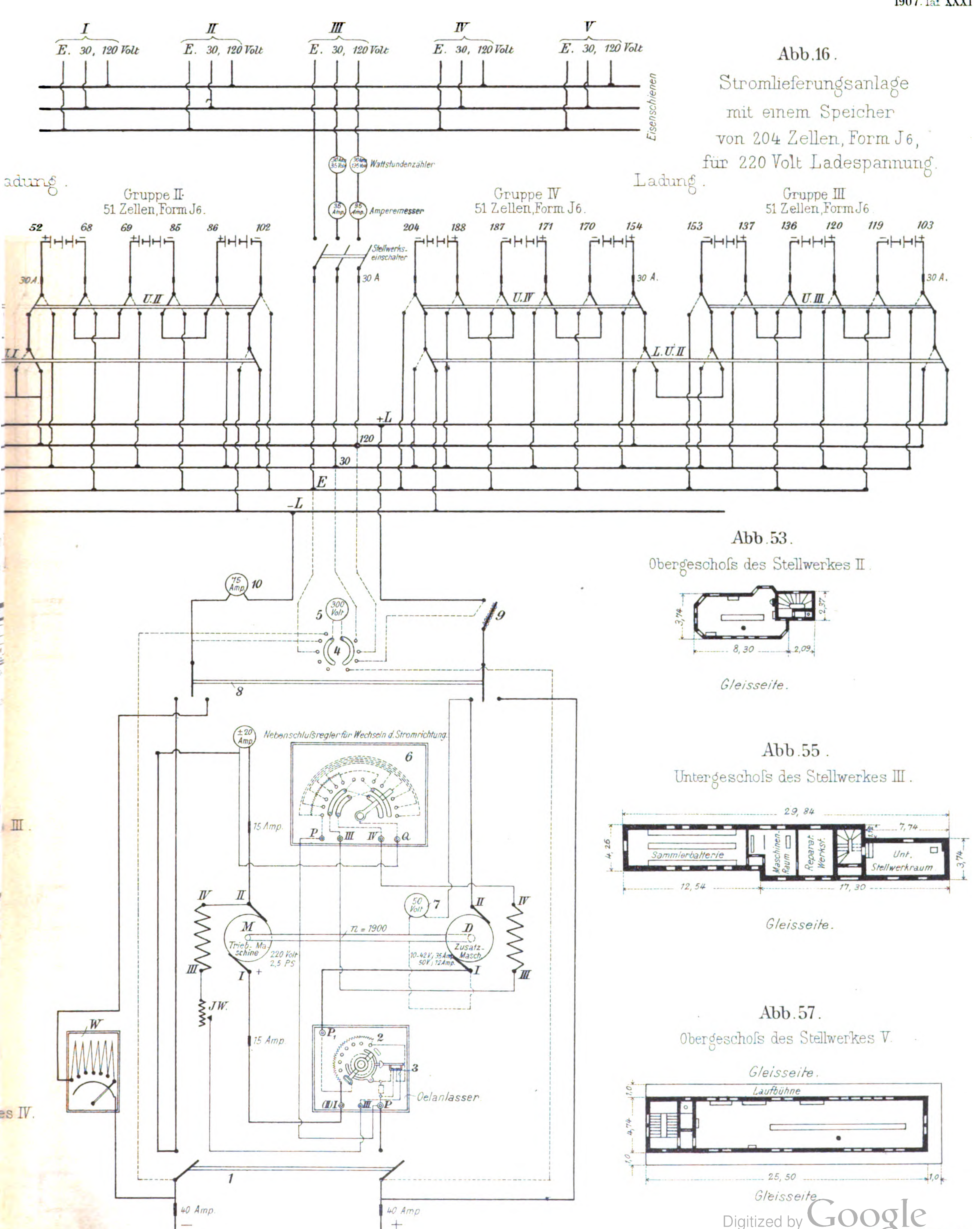
Abb. 15. Weichenschalter

Abb. 52.

Abb. 54.

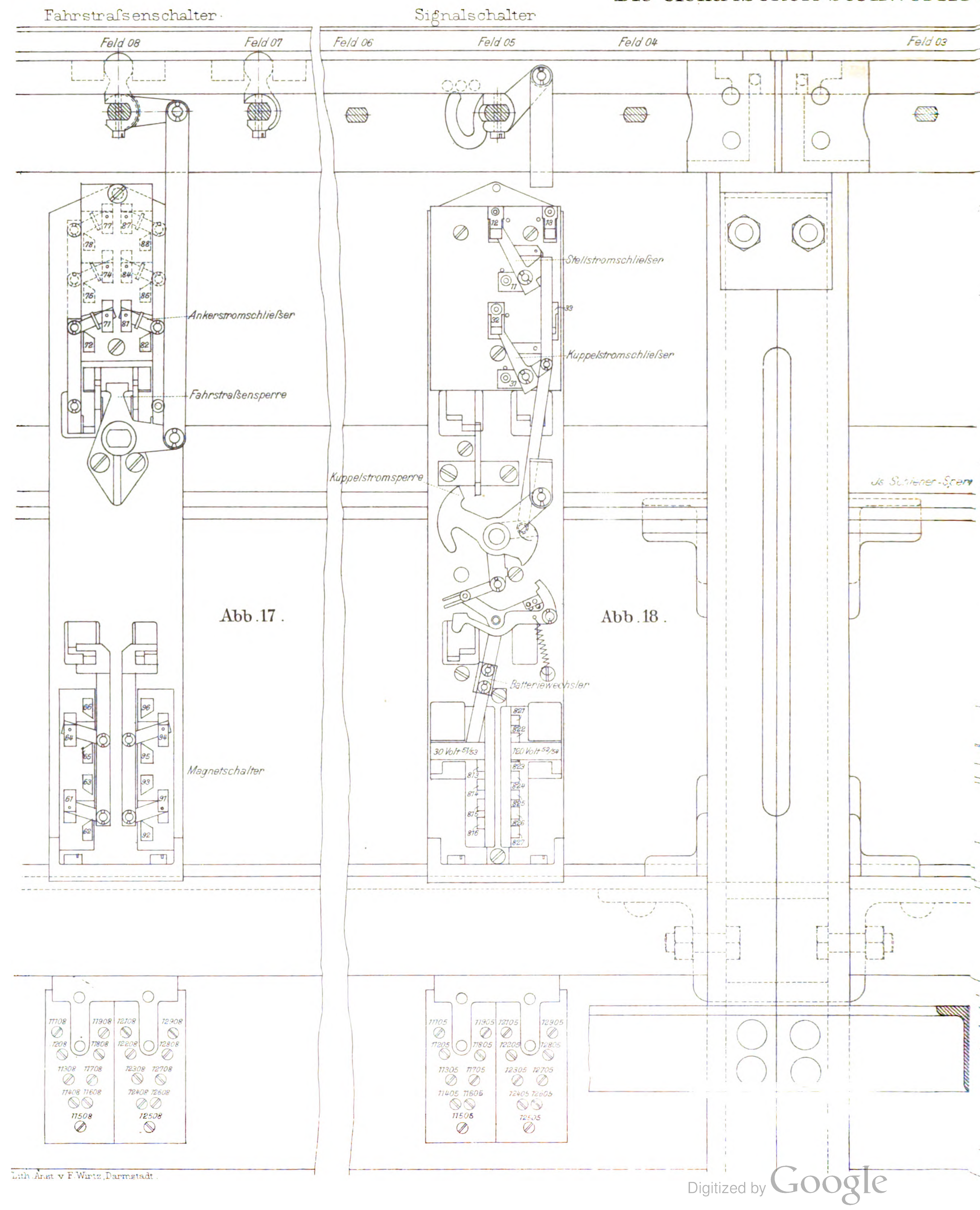
Abb. 56.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



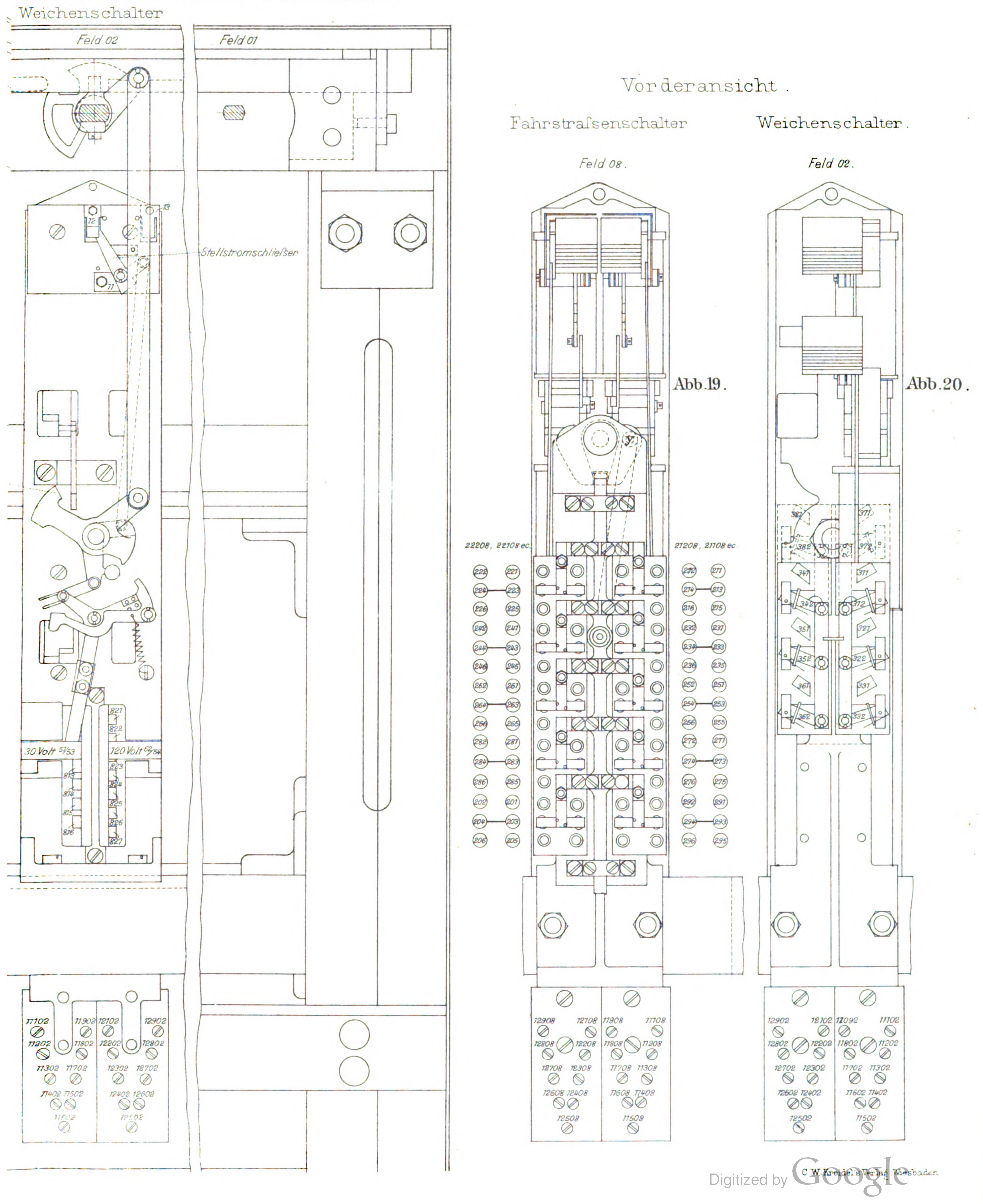
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden

Die elektrischen Stellwerke



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

auf dem Bahnhofe Schwerte.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 21 bis 23.

Kuppel-, Signalrückmelde-, Auflöse-, Stell- und Überwachung-Strom der Ausfahrten **EFGH** in Stellwerk I.

Abb. 21.

Abb. 22.

Abb. 23.

Die elektrischen Stellwerke

auf dem Bahnhofe Schwerte.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 28.

Freigabe- und Auflöse-Strom der Einfahrten $Y^2 Z^3$ XIX, $Y^2 Z^3$ XVIII, $Y^1 Z^2$, $Z^1 U^2$ IV, $Z^1 U^1$ III.

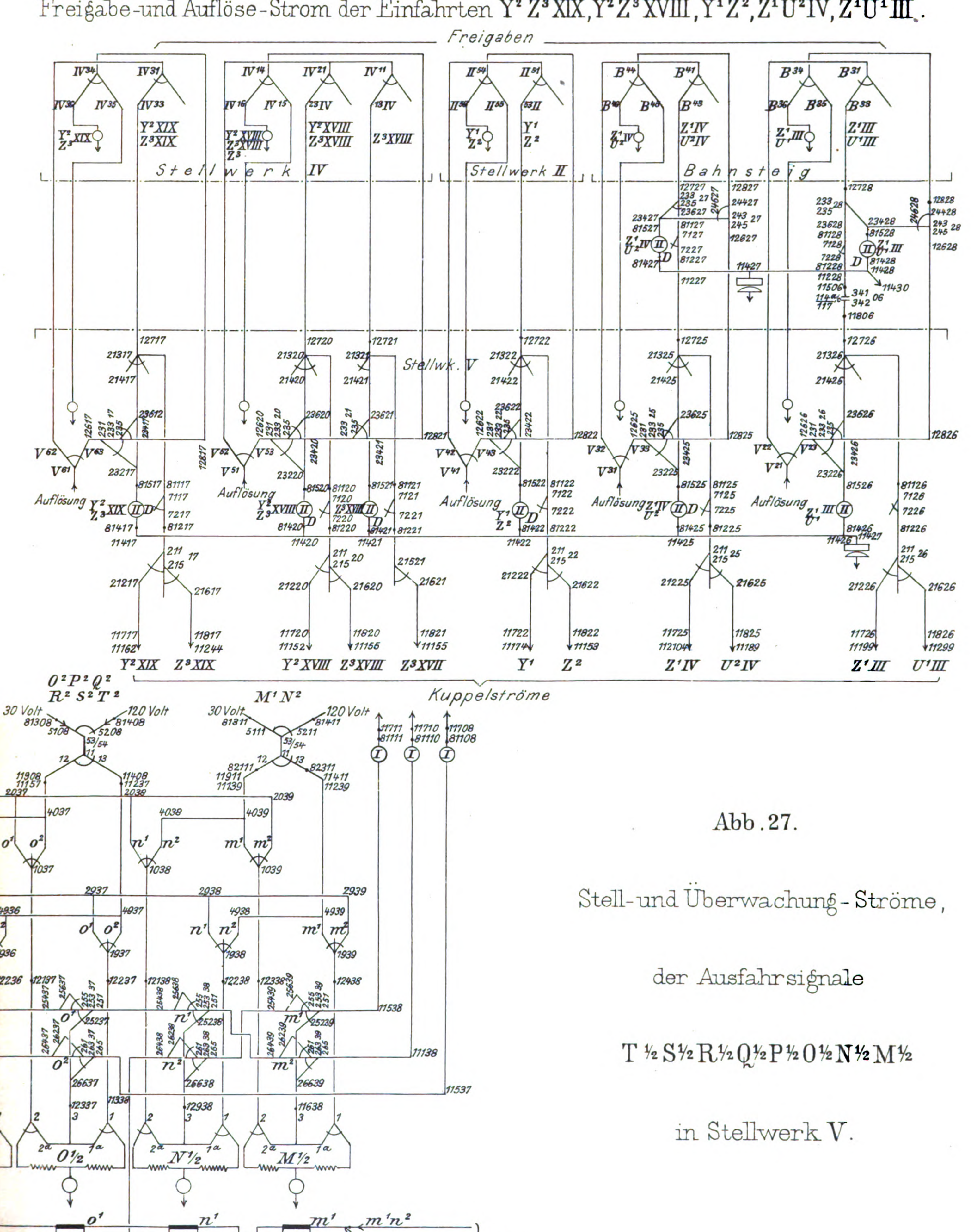


Abb. 27.

Stell- und Überwachung-Ströme,

der Ausfahrsignale

T ½ S ½ R ½ Q ½ P ½ O ½ N ½ M ½

in Stellwerk V.

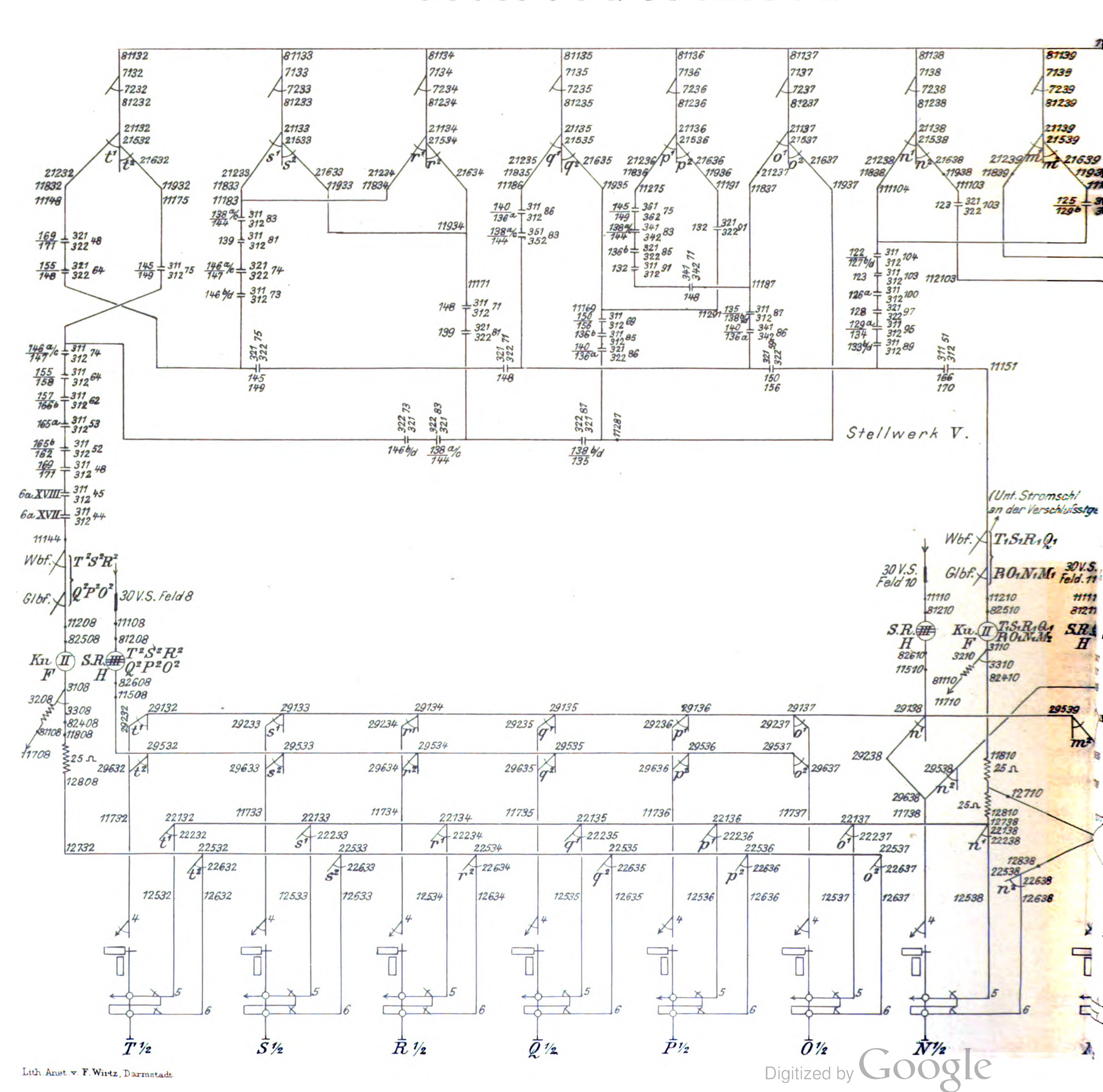
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Die elektrischen Stellw

Abb. 24.

Kuppel- und Signalrückmelde-Strom der Ausfahrten

$T_1 S_1 R_1 Q_1 P_1 O_1 N_1 M_2 ; T_2 S_2 R_2 Q_2 P_2 O_2 N_2 M_1 .$



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

...erke auf dem Bahnhofe Schwerte.

Abb. 29 bis 43.

Kuppel- und Signalrückmelde-Strom der Einfahrten

$Y^2 Z^3$ XIX, $Y^2 Z^3$ XVIII, Z^3 XVII, $Y^1 Z^2$, $Z^1 U^2$ IV, $Z^1 U^1$ III

in Stellwerk V.

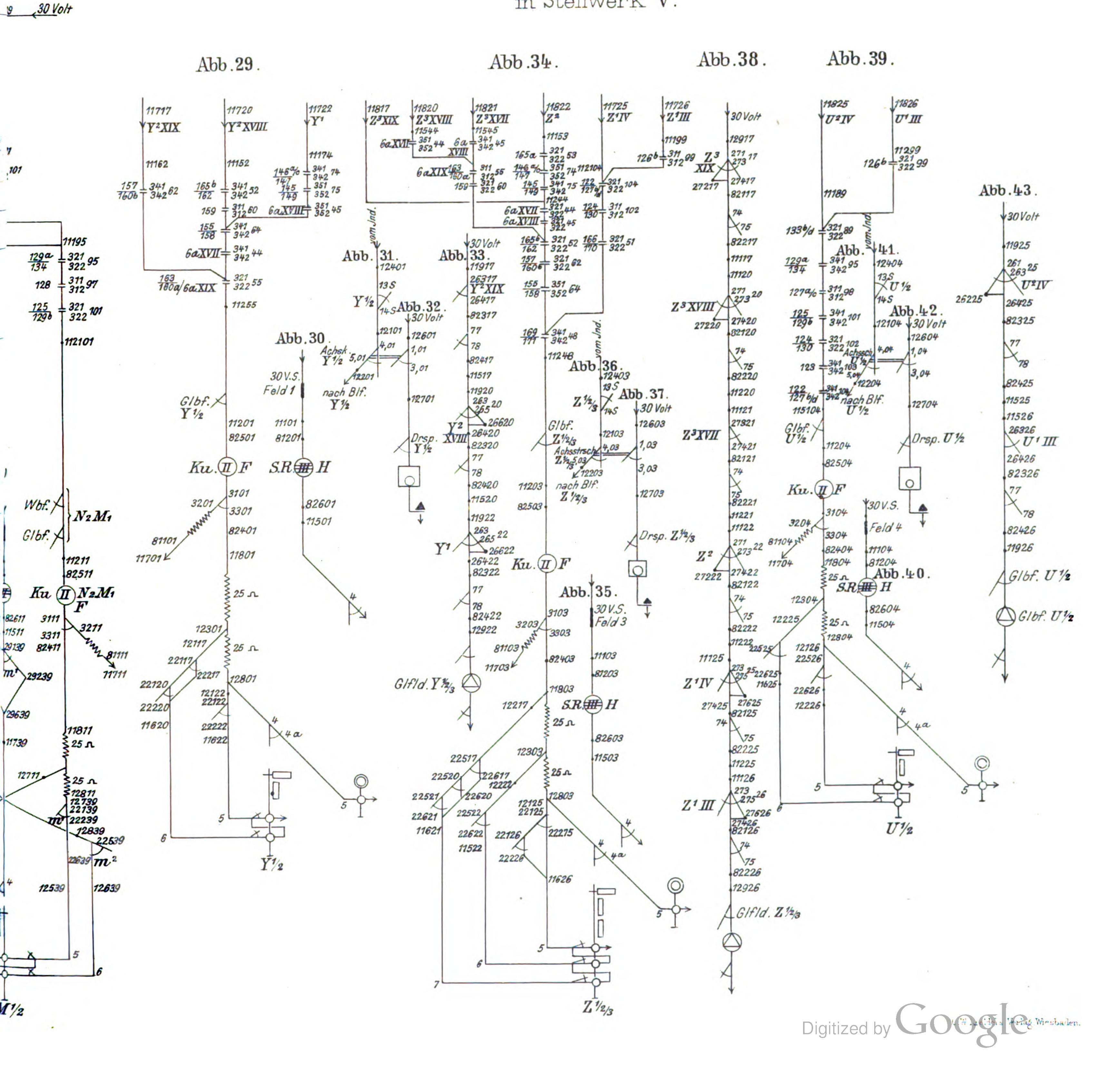
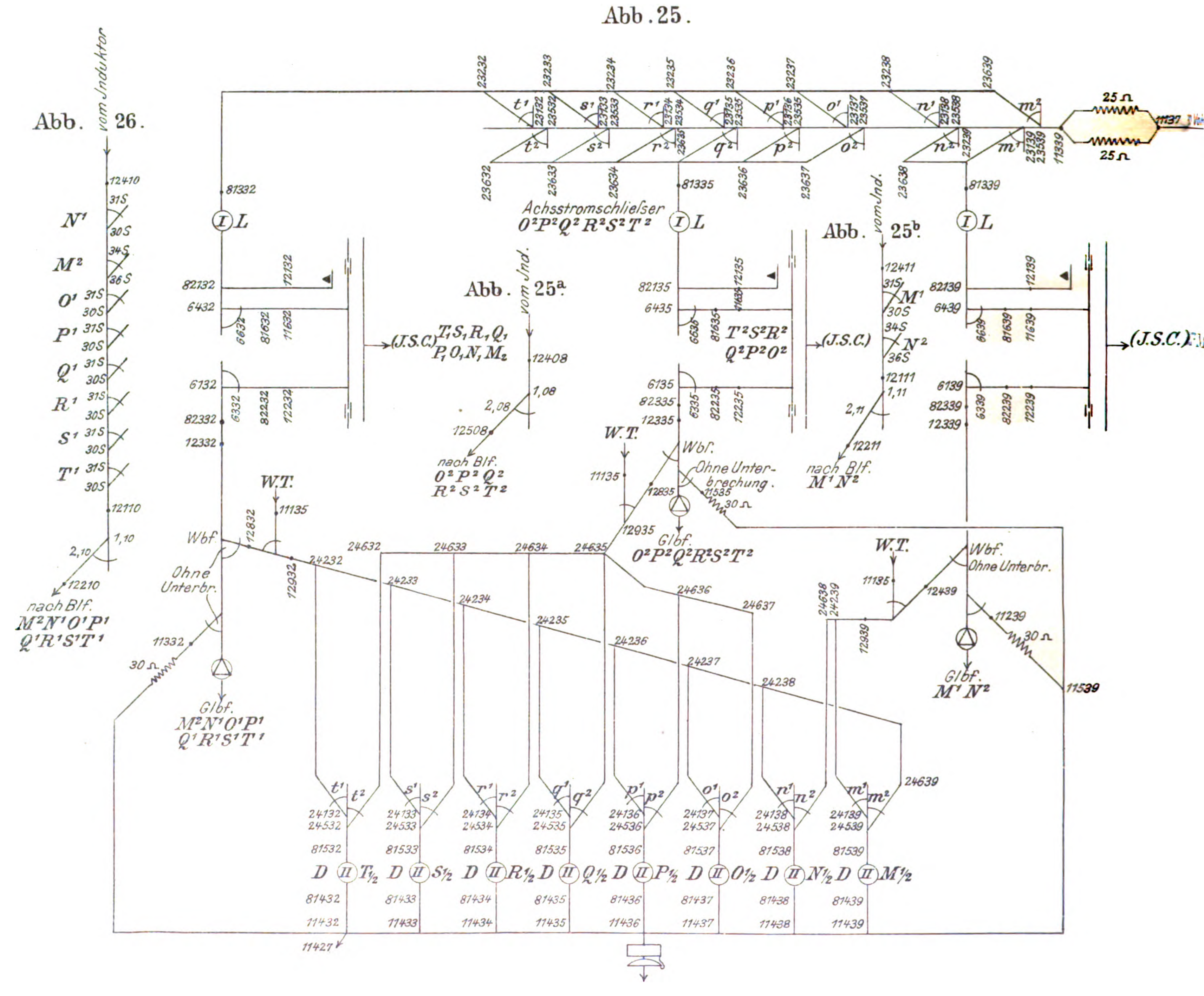


Abb. 25 bis 26.

Auflösung der Ausfahrten $T_1 S_1 R_1 Q_1 P_1 O_1 N_1 M_2$; $T_2 S_2 R_2 Q_2 P_2 O_2$; $N_2 M_1$ in Stellwerk V.

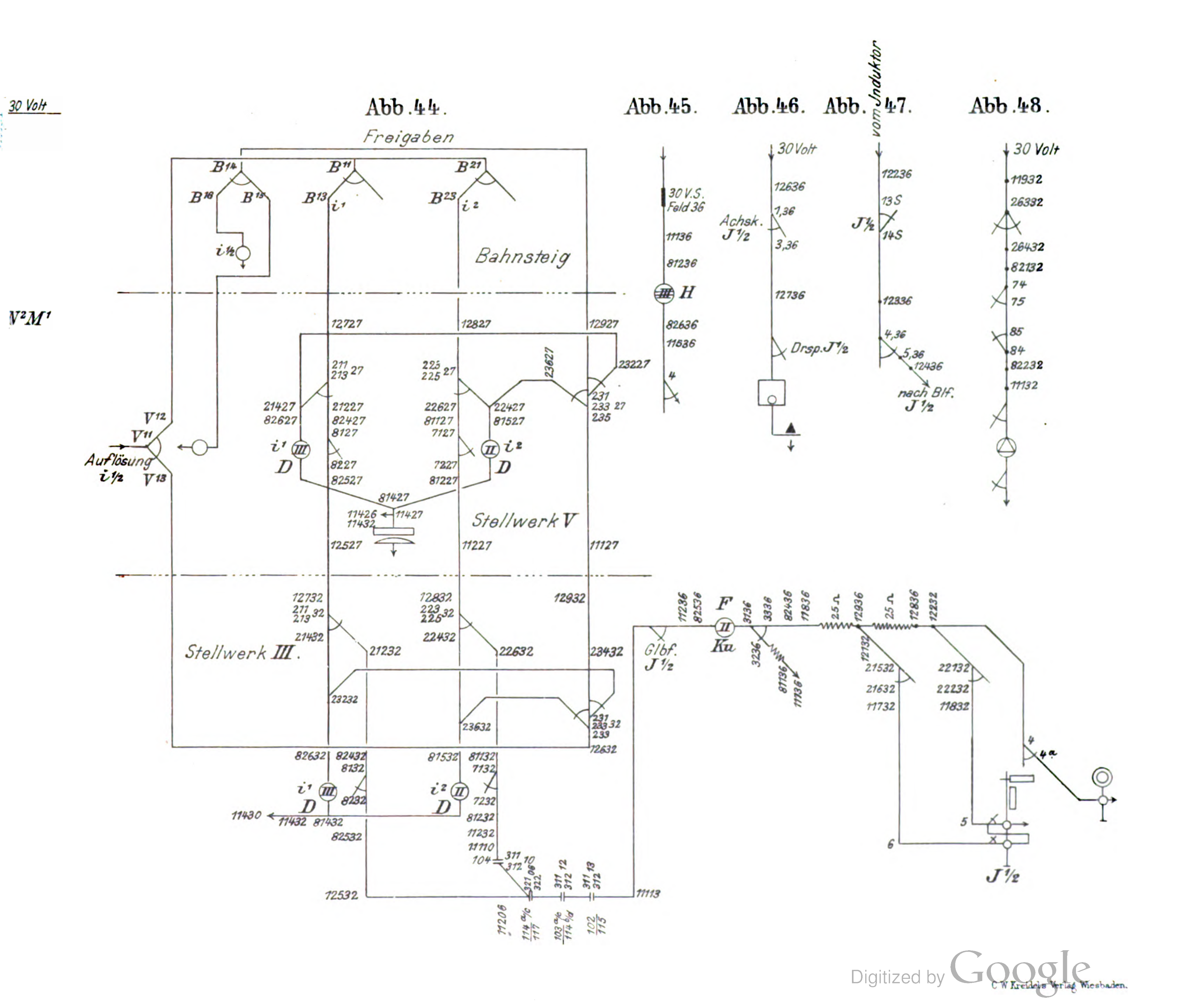


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

…e auf dem Bahnhofe Schwerte.

Abb. 44 bis 48.

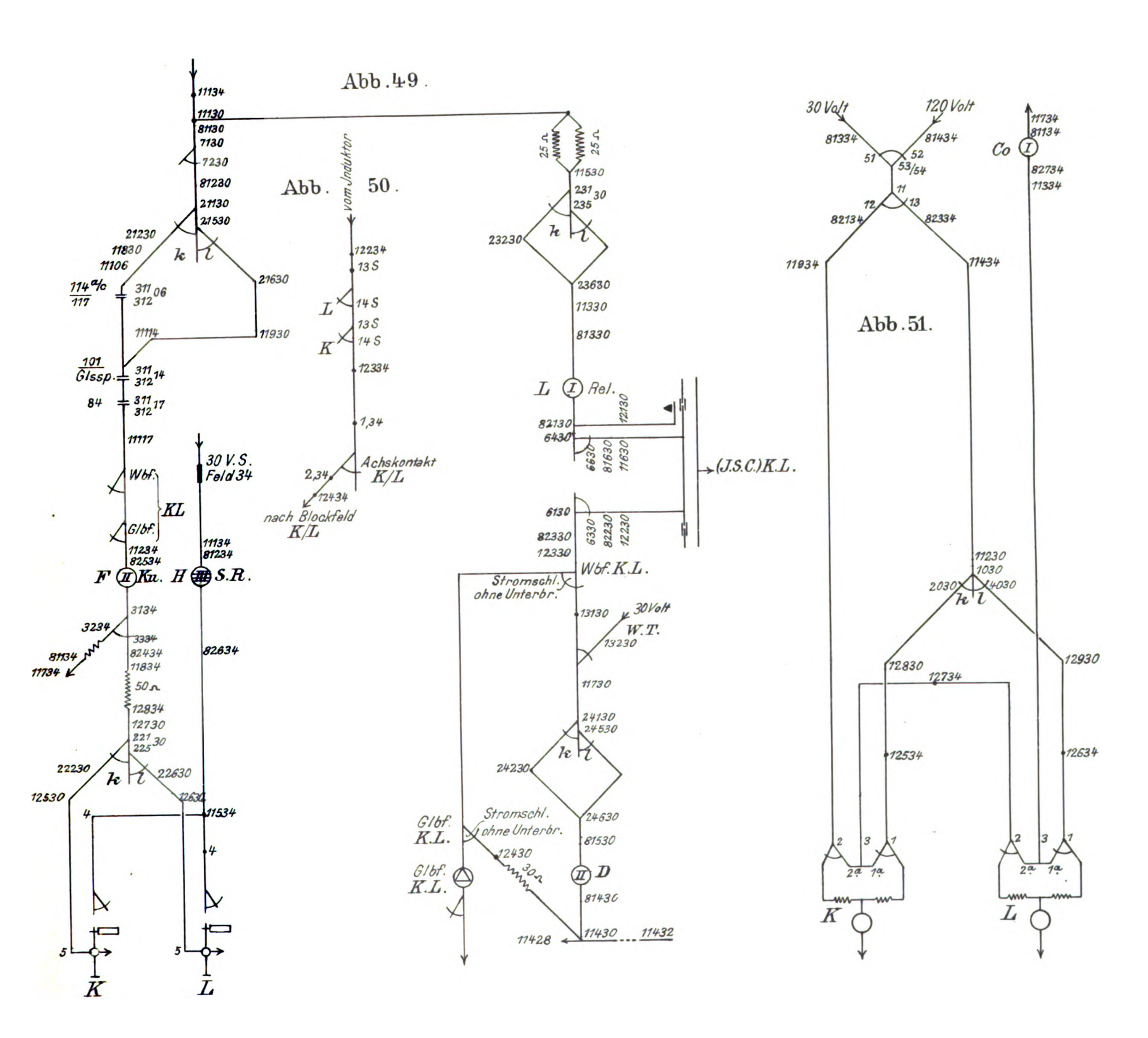
Freigabe-, Auflöse-, Kuppel- und Signalrückmelde-Strom der Einfahrt J ½ in Stellwerk III.



Die elektrischen Stellwerke auf dem Bahnhofe Schwerte.

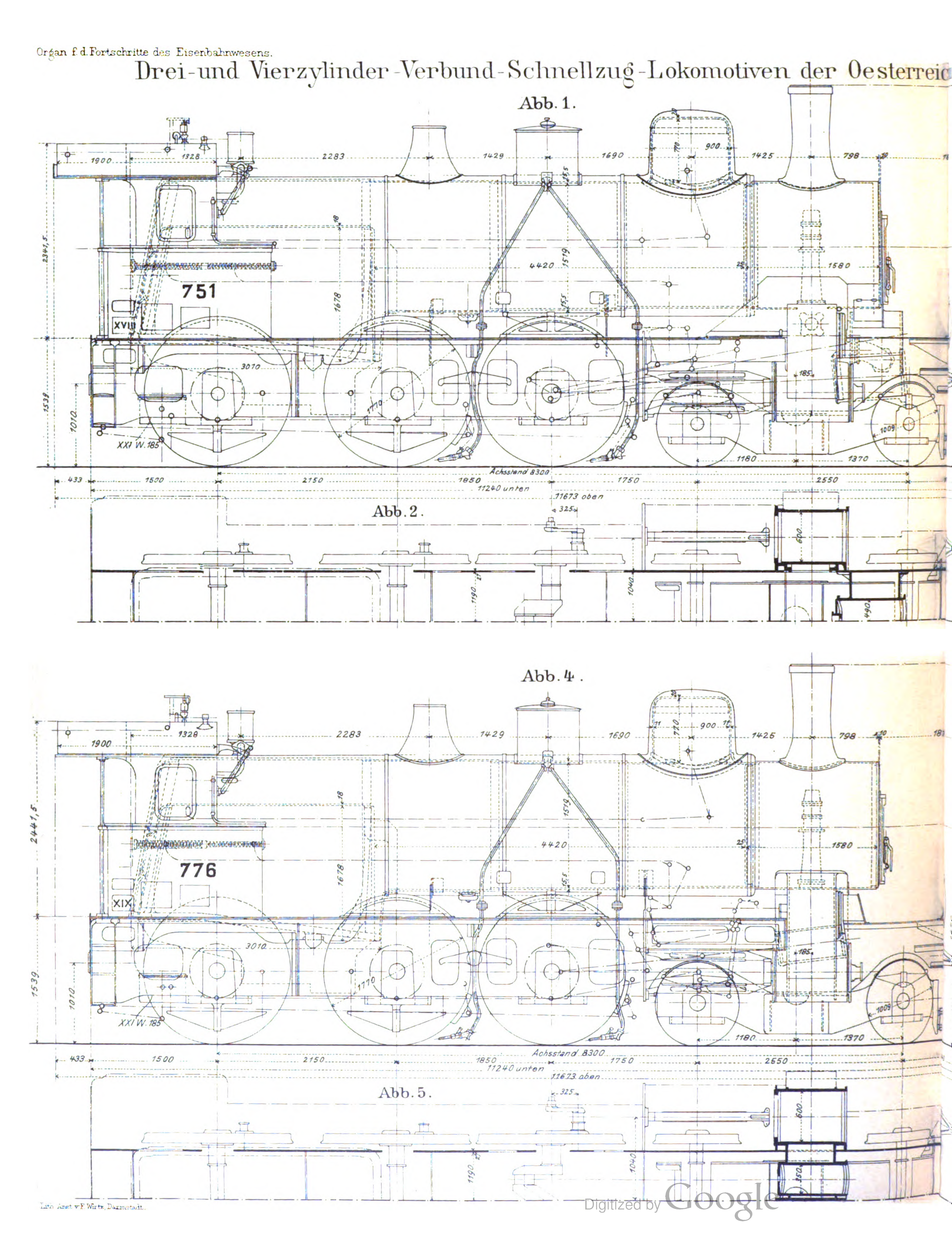
Abb. 49 bis 51.

Kuppel,- Signalrückmelde,- Auflöse,- Stell- und Überwachung-Strom der Ausfahrten KL in Stellwerk III.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.


Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens.
Drei-und Vierzylinder-Verbund-Schnellzug-Lokomotiven der Oesterreic
Abb. 1.
751
XVIII
XXI W. 185
Achsstand 8300
11240 unten
11673 oben
Abb. 2.
Abb. 4.
776
XIX
XXI W. 185
Achsstand 8300
11240 unten
11673 oben
Abb. 5.
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

…ischen Nordwestbahn.

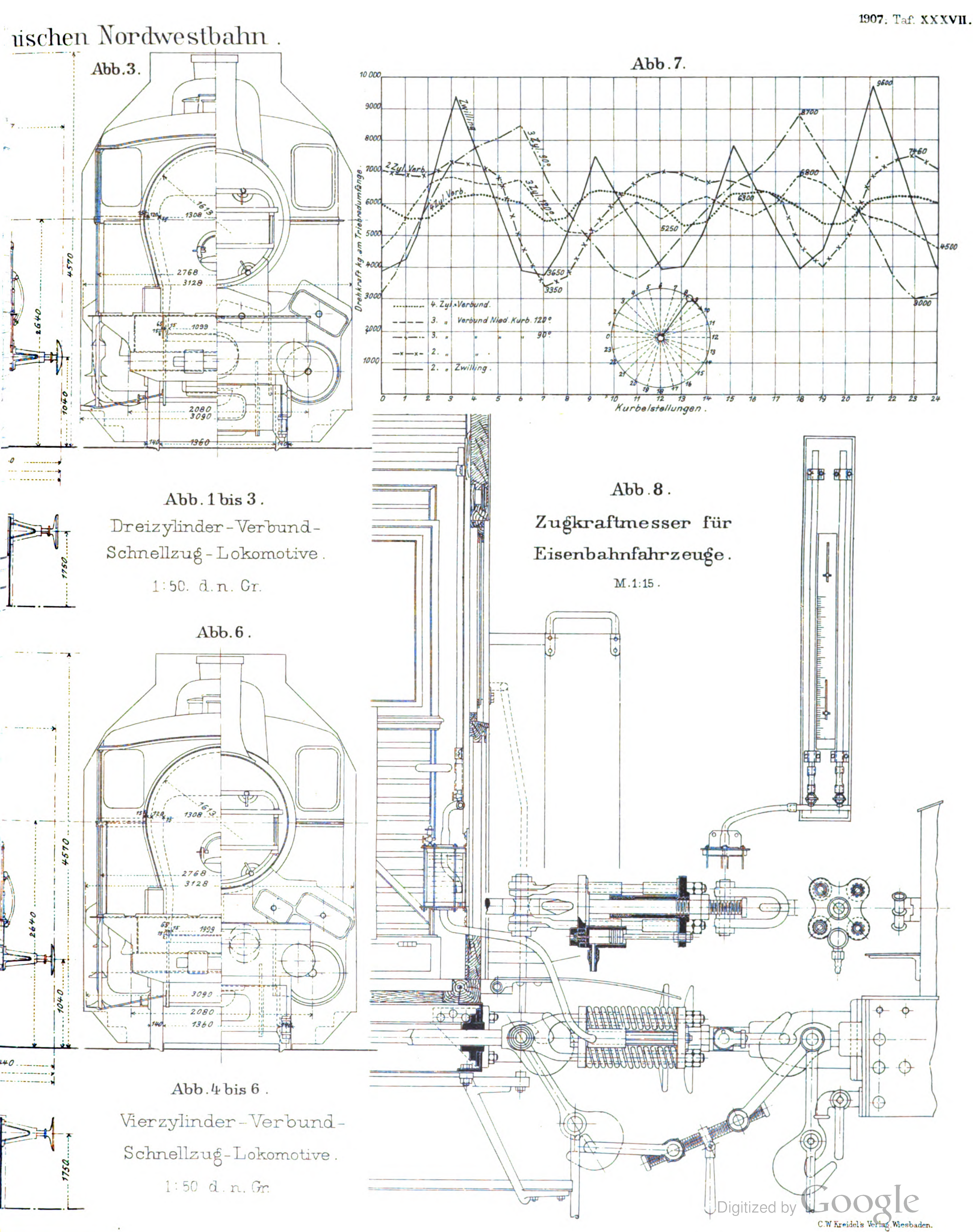
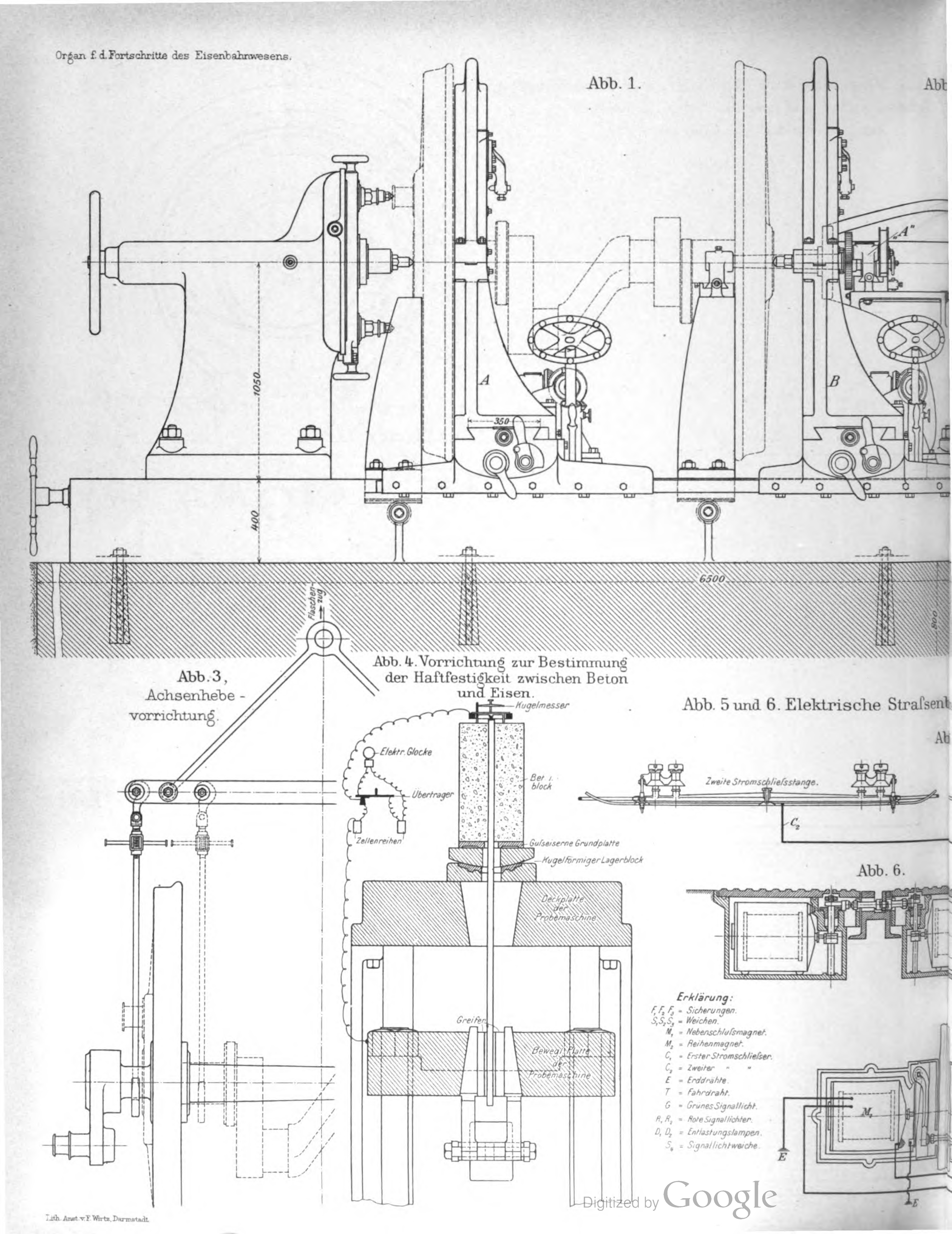


Abb. 1 bis 3.
Dreizylinder-Verbund-Schnellzug-Lokomotive.
1:50. d. n. Gr.

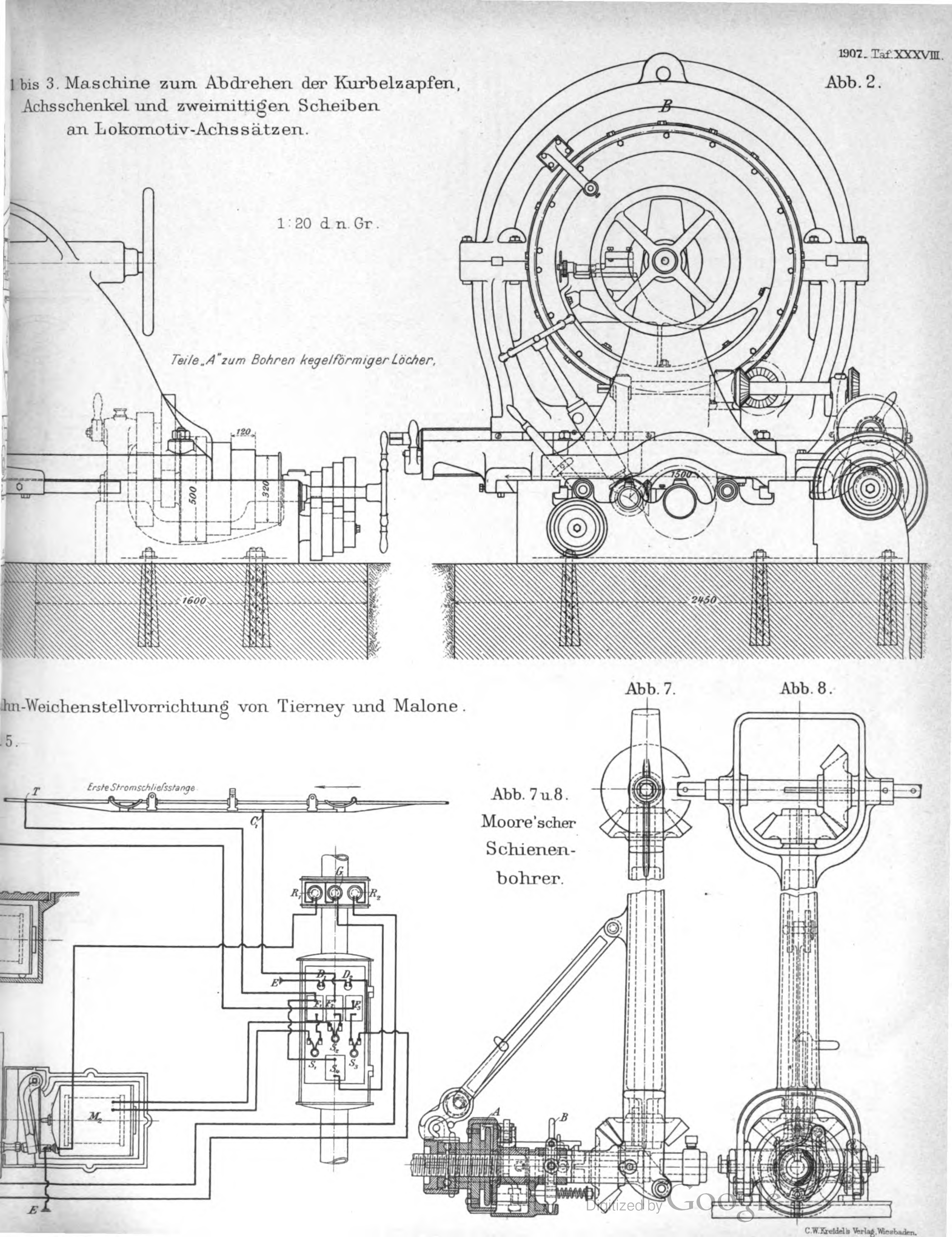
Abb. 8.
Zugkraftmesser für Eisenbahnfahrzeuge.
M. 1:15.

Abb. 4 bis 6.
Vierzylinder-Verbund-Schnellzug-Lokomotive.
1:50 d. n. Gr.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

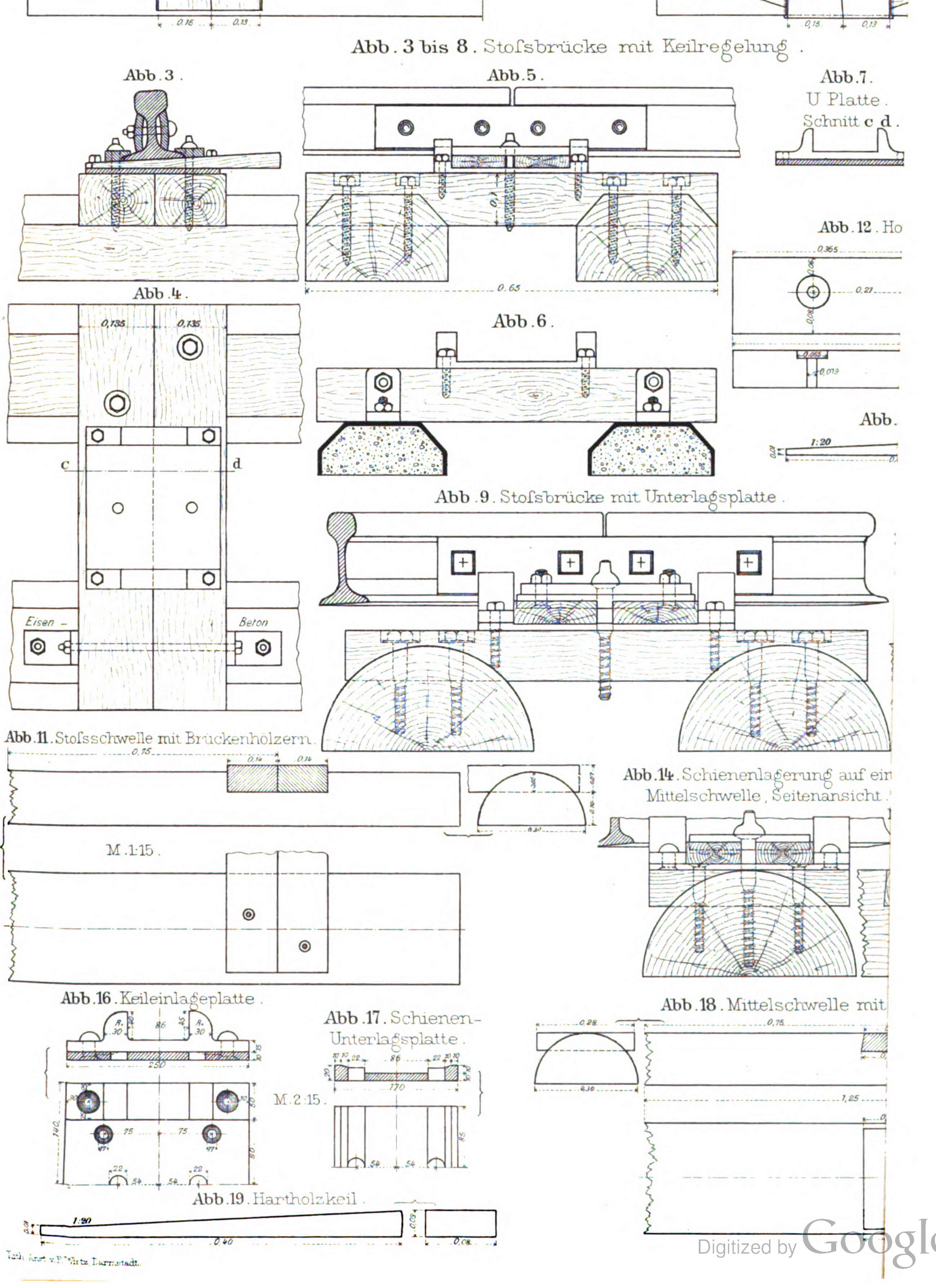
Abb. 1 bis 19. Rambacher: Verbesserungen am Holzquerschwell

Abb. 1. Neue Schwelle mit Einlagen. 1:15.

Schnitt a b.

Abb. 2. Alte Schwelle m

Schnitt c d



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 1.

Abb. 1-6: Elektrisches Weichen- und Signalstellwerk in Didcot.

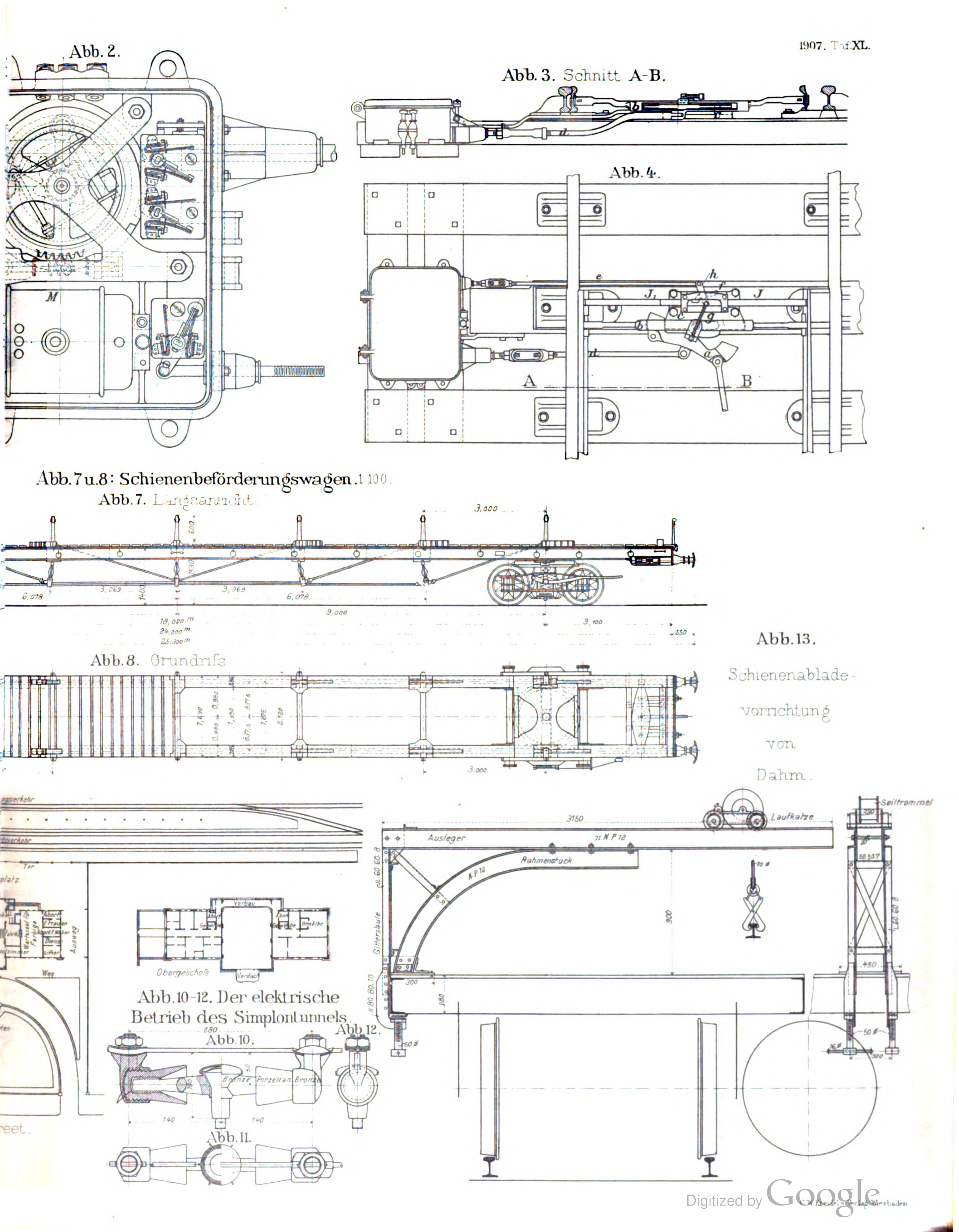
Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 9.

Grundriſs des neuen Union-Bahnhofes in Lexington, Kentucky.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.


Abb. 2.
M
Abb. 3. Schnitt A-B.
d
Abb. 4.
e
h
J₁
J
f
b
c
g
d
a
A
B
Abb. 7 u. 8: Schienenbeförderungswagen. 1:100.
Abb. 7. Langsansicht.
3,000
600
1530
1400
6,078
3,069
3,069
6,078
9,000
3,100
18,000 m
24,200 m
25,300 m
Abb. 8. Grundriss
7,890
0,980
0,980
1,350
837,5
537,5
1,075
2,120
3,000
Abb. 13.
Schienenablade-
vorrichtung
von
Dahm.
Seiltrommel
Laufkatze
3150
Ausleger
Rahmenstück
N.P. 12
900
Gittersäule
300
280
450
50 ø
Obergeschoß
Vorbau
Verdach
Abb. 10-12. Der elektrische
Betrieb des Simplontunnels.
Abb. 10.
Abb. 12.
Abb. 11.
280
Bronze
Porzellan
Bronze
140
140
Weg
Ausweg
Tor

Zweigleisige Eisenbahn-Drehbrücke üb

Abb. 1. Ansicht. 1:200.

5,06
7,85
59,80
57,50
23,80
7,90
9,00
gew. H. W.
7,65
gew. N. W.
3,20

Abb. 3. Lageplan. 1:1000.

Flut
nach Oldenburg von
von Bremen
nach Bremen
von und nach Osnabrück
alte Brücke
von und nach Osnabrück (vor dem Umbau)
Ebbe
Die Hunte

Anordnung der Funda-mente
Brunnen-
4,00
3,60
2,50
2,10
3,50
12,00
6,00
4,50
4,108
4,107

Abb. 7.

Drehwerk
Hubwerk

Abb. 5 u. 6.
Auflager für die positiven und negativen Stützendrücke.

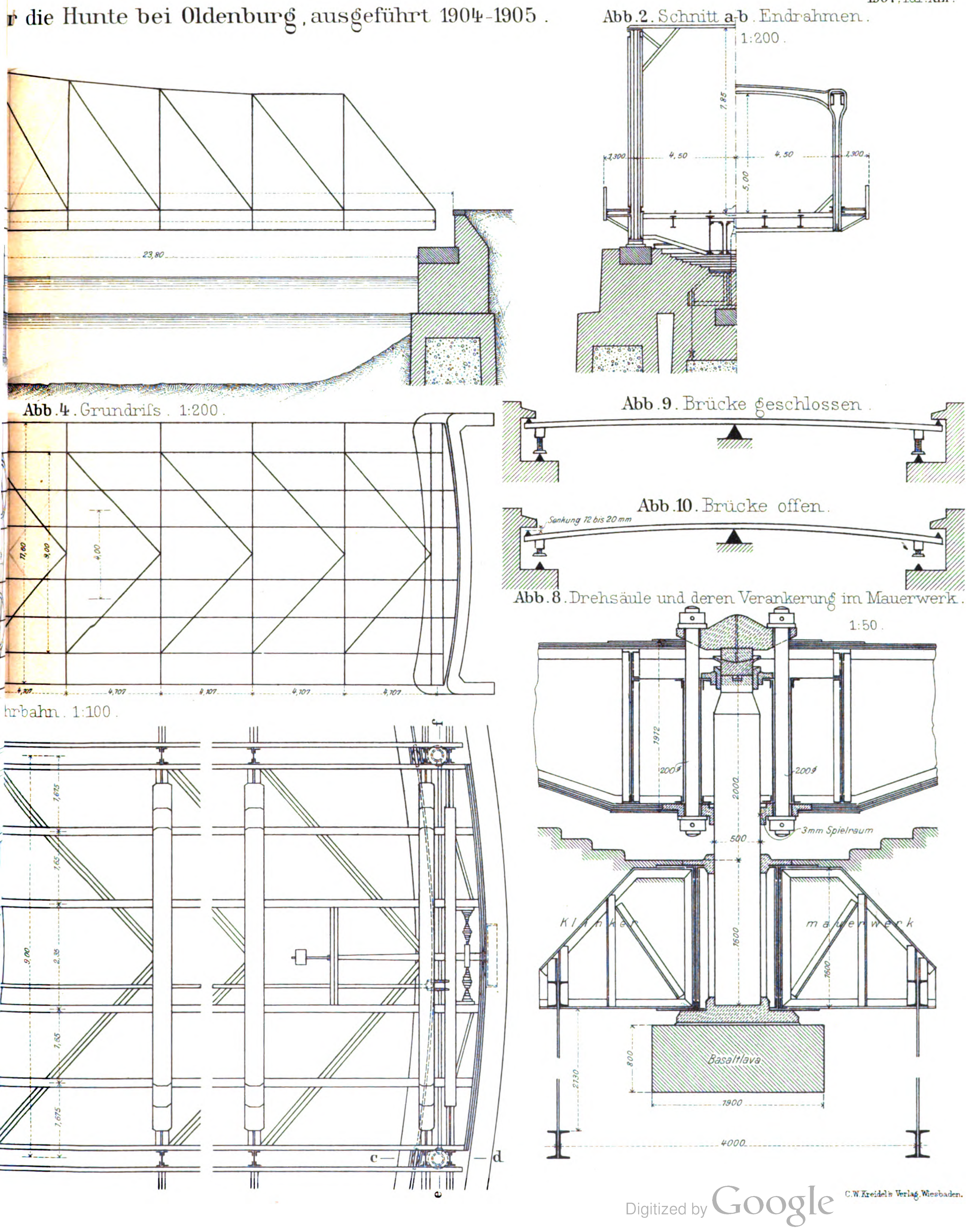
Schnitt c-d. 1:50.

Schnitt e-f. 1:50.

Hub 30 mm

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

r die Hunte bei Oldenburg, ausgeführt 1904-1905.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

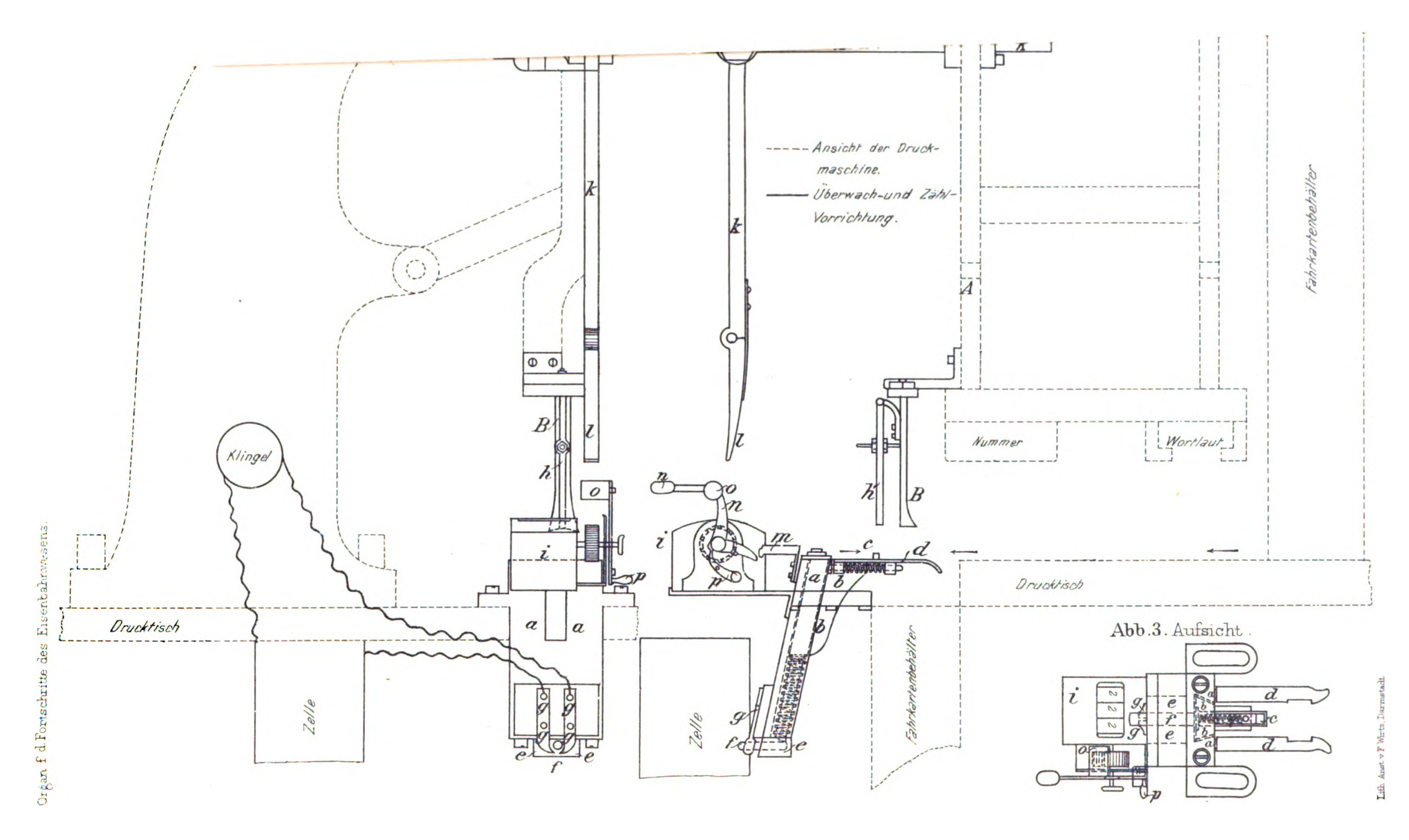
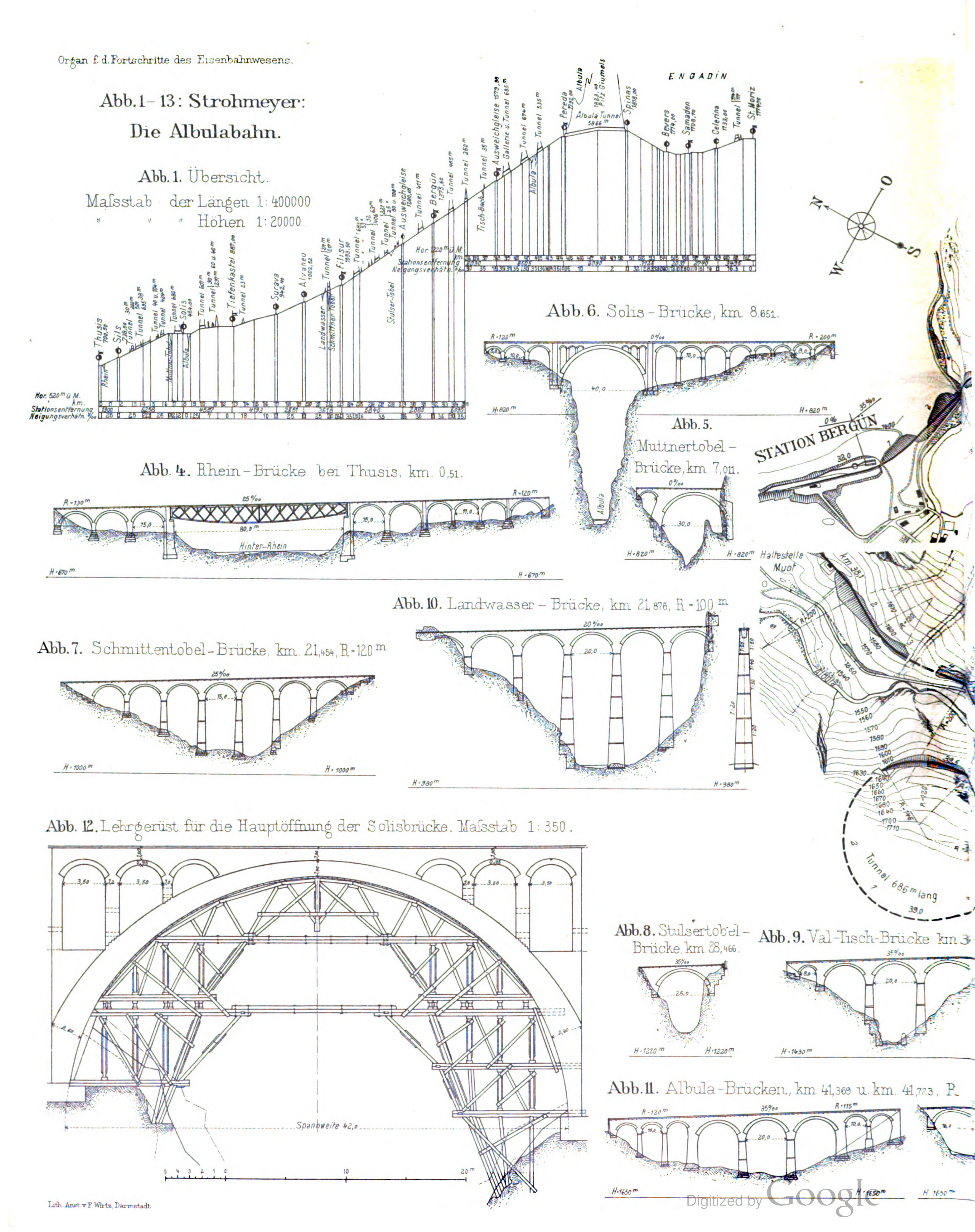
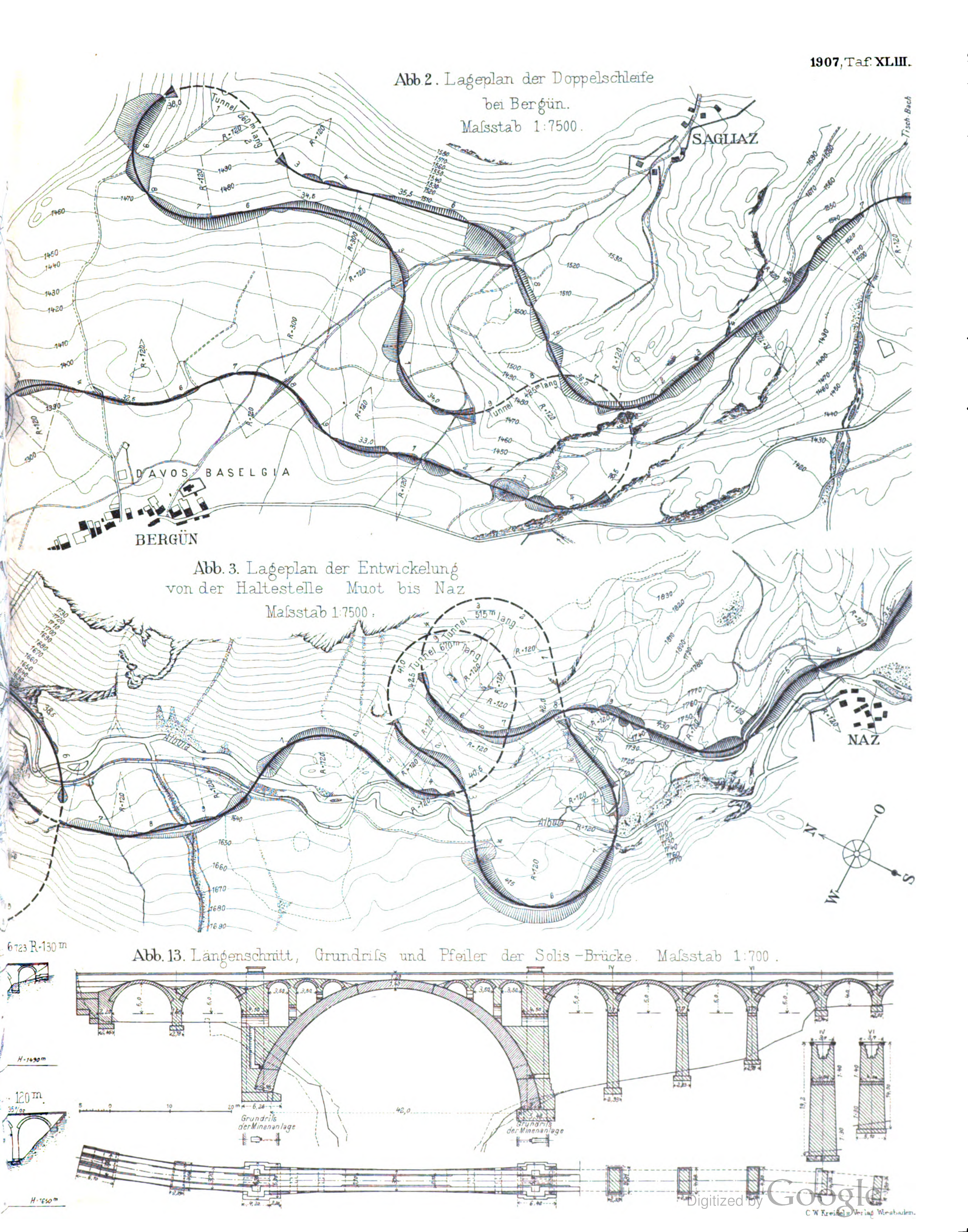


Abb. 3. Aufsicht.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.


Abb. 1–13: Strohmeyer:
Die Albulabahn.
Abb. 1. Übersicht.
Maſsstab der Längen 1: 400000
" " " Höhen 1: 20000
ENGADIN
Thusis
Sils
Solis
Tiefenkastel
Surava
Alvaneu
Filisur
Bergün
Preda
Albula Tunnel 5866 m
Spinas
Bevers
Samaden
Celerina
St. Moritz
Hor. 520 m ü. M.
Hor. 1220 m ü. M.
Stationsentfernung
Neigungsverhältn. ‰
Abb. 6. Solis-Brücke, km 8,651.
Abb. 5. Muttnertobel-Brücke, km 7,011.
Abb. 4. Rhein-Brücke bei Thusis, km 0,51.
Hinter-Rhein
STATION BERGÜN
Haltestelle Muot
Tunnel 686 m lang
Abb. 10. Landwasser-Brücke, km 21,876, R = 100 m
Abb. 7. Schmittentobel-Brücke, km 21,454, R = 120 m
Abb. 12. Lehrgerüst für die Hauptöffnung der Solisbrücke. Maſsstab 1: 350.
Spannweite 42,0
Abb. 8. Stulsertobel-Brücke, km 28,466.
Abb. 9. Val-Tisch-Brücke km 3
Abb. 11. Albula-Brücken, km 41,369 u. km. 41,723, R
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

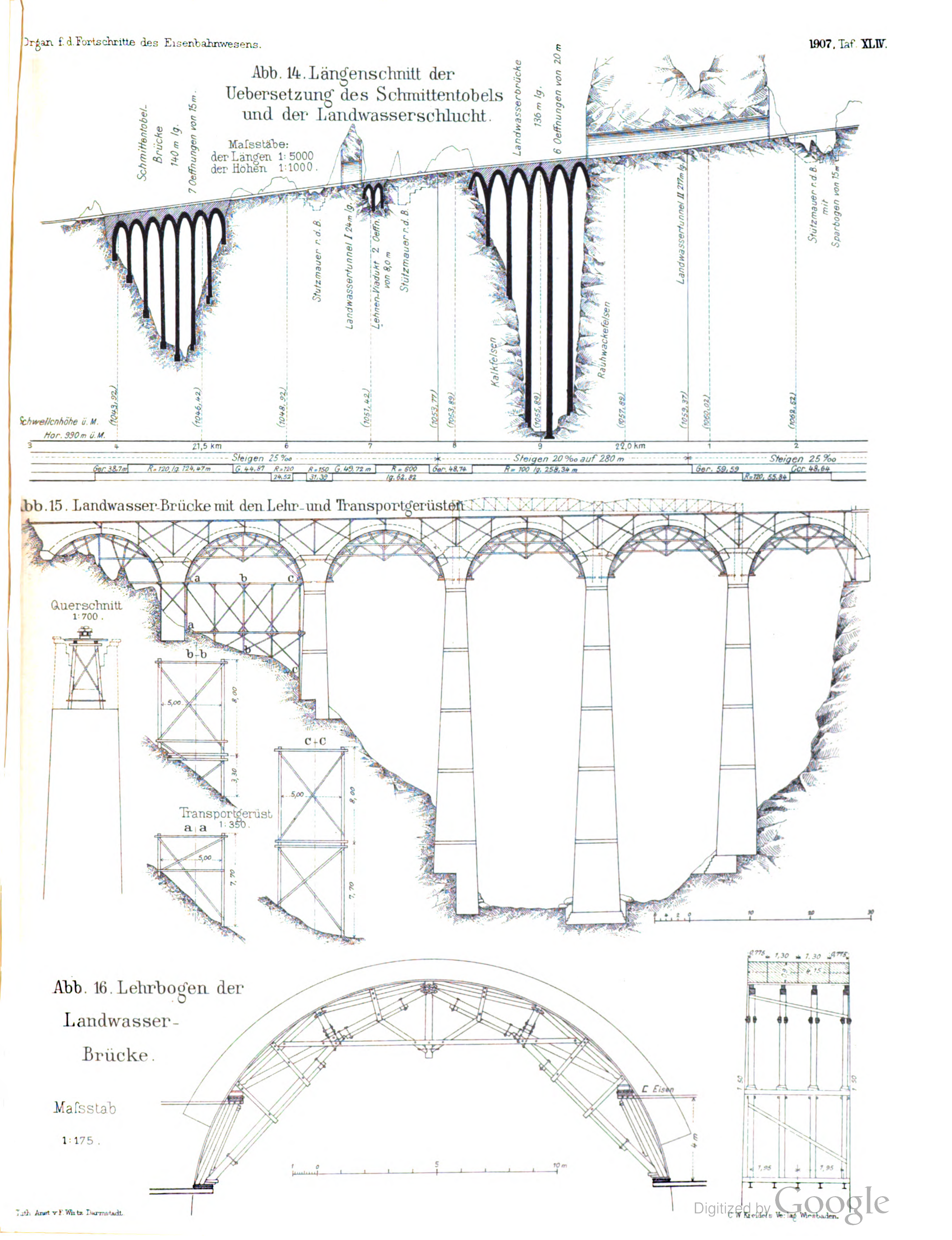

Abb. 14. Längenschnitt der Uebersetzung des Schmittentobels und der Landwasserschlucht.
Masstäbe: der Längen 1:5000 der Höhen 1:1000.
Schmittentobel-Brücke 140 m lg. 7 Oeffnungen von 15 m.
Stützmauer r. d. B.
Landwassertunnel I 24 m lg.
Lehnen-Viadukt 2 Oeffn. von 8,0 m
Landwasserbrücke 136 m lg. 6 Oeffnungen von 20 m
Kalkfelsen
Rauhwackefelsen
Landwassertunnel II 217 m lg.
Stützmauer r. d. B. mit Sparbogen von 15 m
Schwellenhöhe ü. M.
Hor. 990 m ü. M.
21,5 km
22,0 km
Steigen 25 ‰
Steigen 20 ‰ auf 280 m
Steigen 25 ‰
Abb. 15. Landwasser-Brücke mit den Lehr- und Transportgerüsten
Querschnitt 1:700.
b-b
c-c
a-a
Transportgerüst 1:350.
Abb. 16. Lehrbogen der Landwasser-Brücke.
Masstab 1:175.
Eisen

Abb. 1–3. Lake: Die neuen Lokomotiven der englischen Westbahn.

Abb. 1. „City"-Klasse.

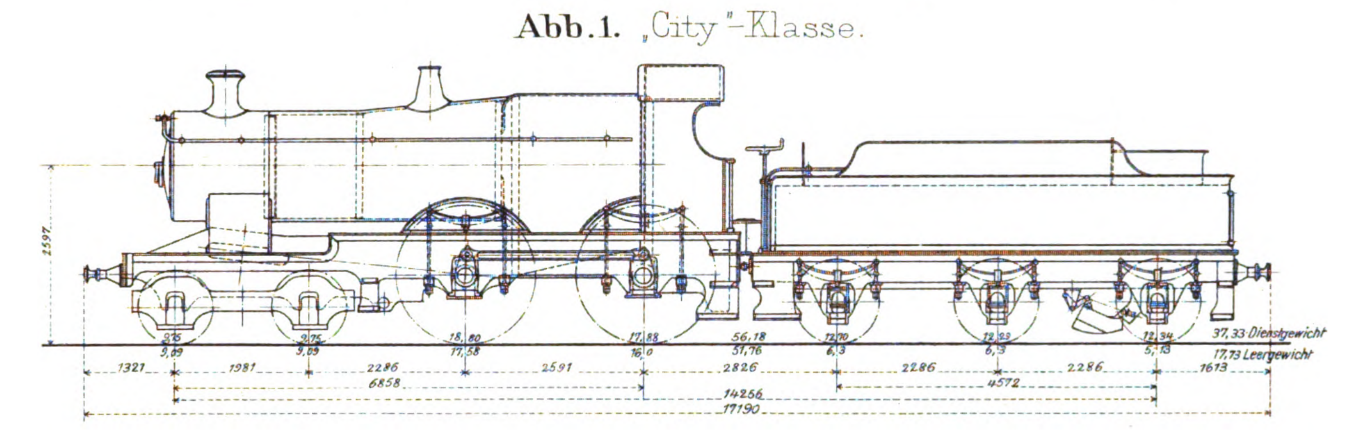


Abb. 2. „County"-Bauart.

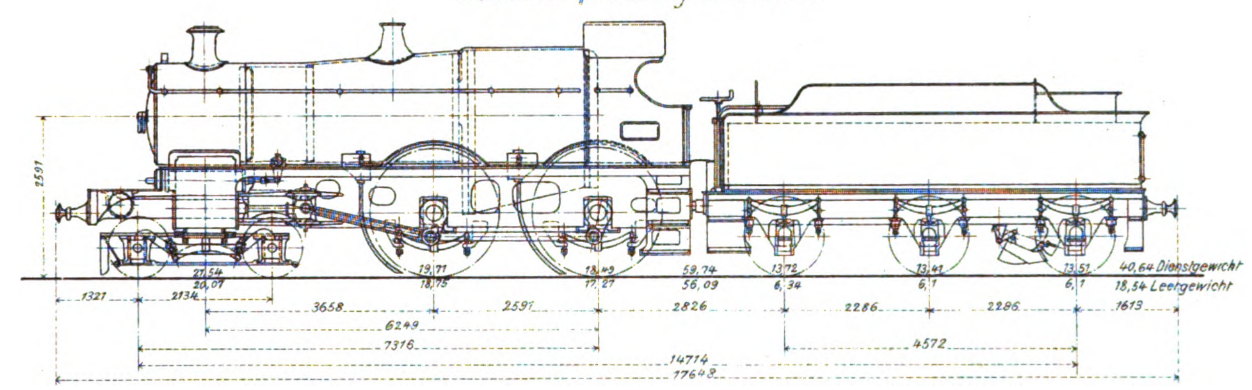


Abb. 3. 2. B. 1 „Atlantic"-Lokomotive

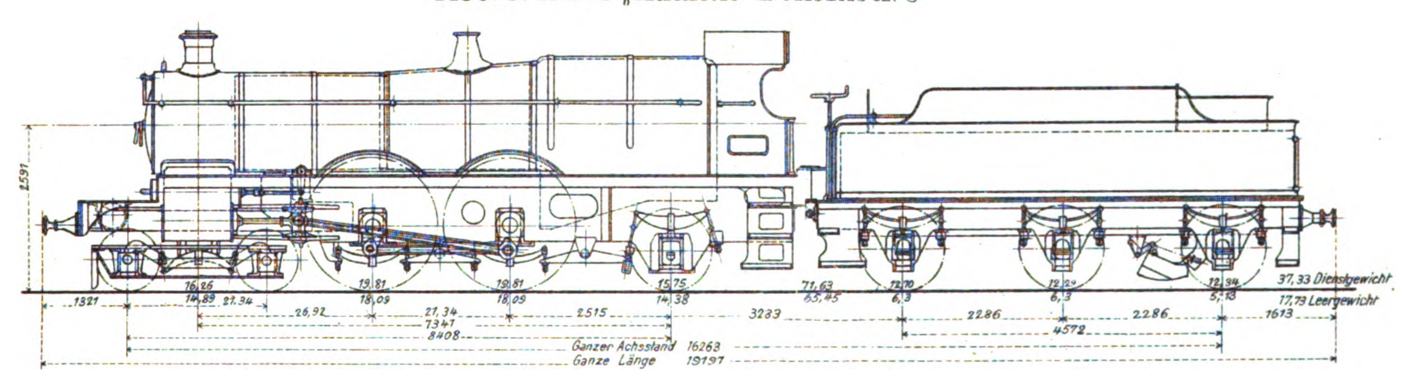
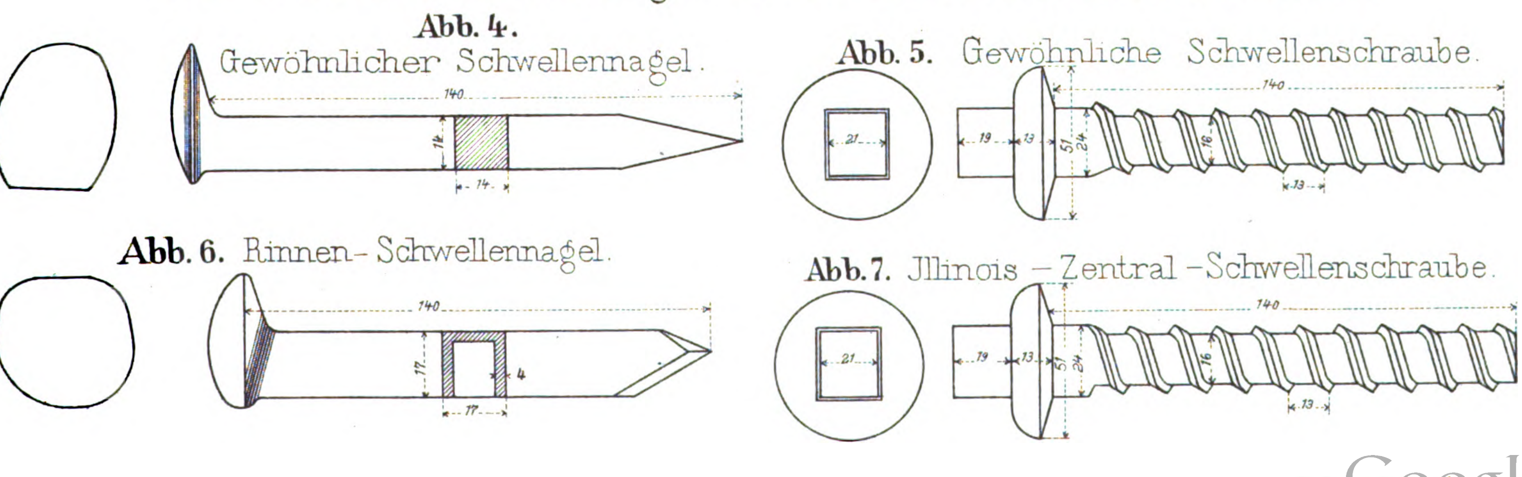


Abb. 4–7. Haftkraft der Hakennägel und Schwellenschrauben in der Schwelle.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

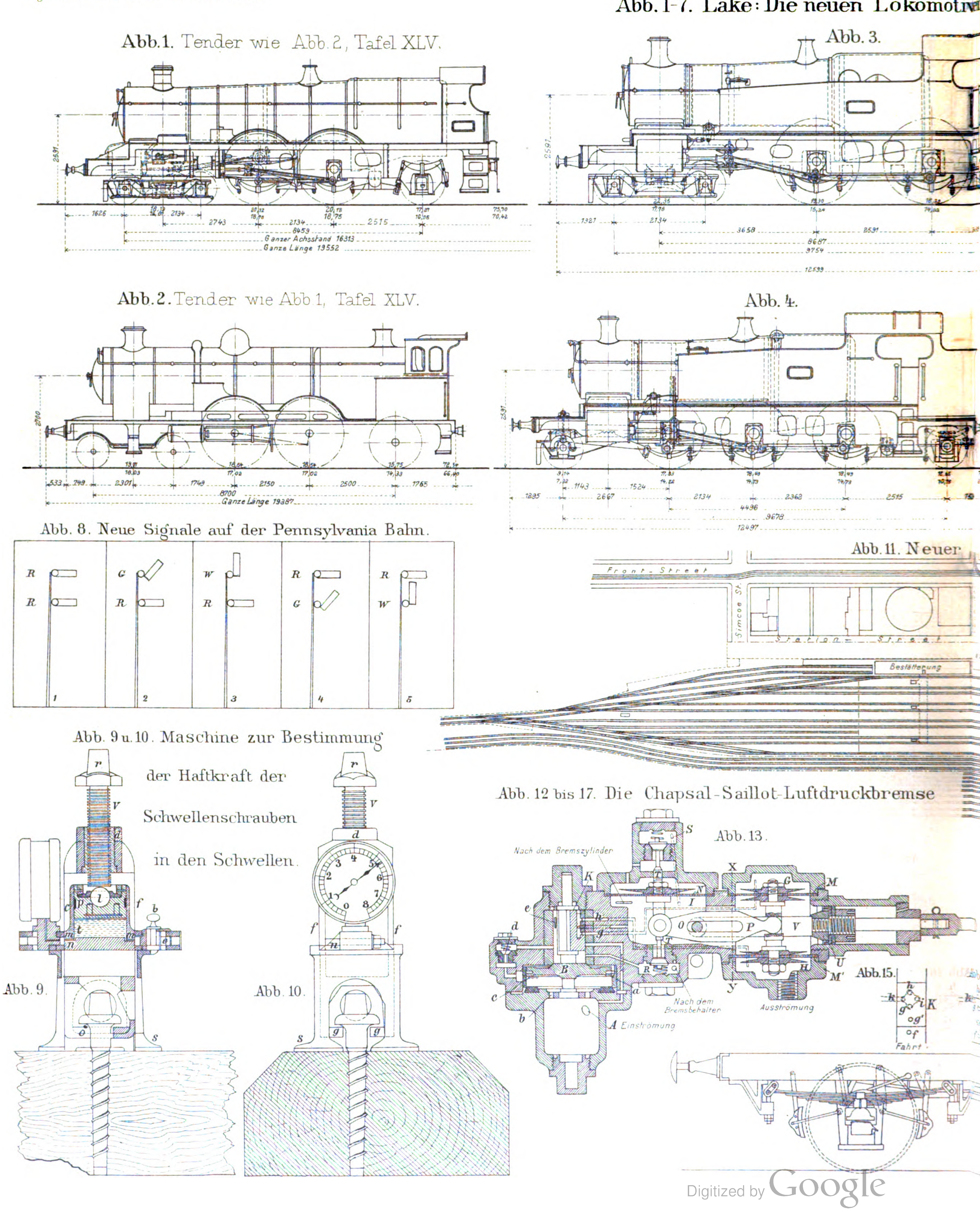


Abb. 1-7. Lake: Die neuen Lokomotiv
Abb. 1. Tender wie Abb. 2, Tafel XLV.
Ganzer Achsstand 16313
Ganze Länge 19552
Abb. 3.
Abb. 2. Tender wie Abb. 1, Tafel XLV.
Ganze Länge 19387
Abb. 4.
Abb. 8. Neue Signale auf der Pennsylvania Bahn.
Abb. 11. Neuer
Front - Street
Simcoe St.
Station - Street
Bestätterung
Abb. 9 u. 10. Maschine zur Bestimmung der Haftkraft der Schwellenschrauben in den Schwellen.
Abb. 9.
Abb. 10.
Abb. 12 bis 17. Die Chapsal-Saillot-Luftdruckbremse
Abb. 13.
Nach dem Bremszylinder
Nach dem Bremsbehälter
Ausströmung
A Einströmung
Abb. 15.
Fahrt

Abb. 5.

Dienstgewicht
Leergewicht

Gepäck
76 Plätze
Nichtraucher
36 Plätze

Abb. 6. Tender wie Abb. 1, Tafel XLV.

Ganzer Achsstand 14484
Ganze Länge 17190

Abb. 7. Tender wie Abb. 1, Tafel XLV.

Ganzer Achsstand 16320
Ganze Länge 19228

Personenbahnhof in Toronto.

Front-St.
York-St.
Bay-St.
Yonge-St.
Esplanade-St.
Esplanade Straße
Hauptwartehalle
Gepäck
Gepäck
Wagen
Wagen
Bestätterung

Abb. 20.

Hülfsbehälter
Bremsleitung
Bremszylinder
Beschleunigungskammer.

Abb. 20 u. 21.
Neue Westinghouse-Schnellbremse.

Abb. 17.
Schnitt x-y.

Abb. 14.

Abb. 16.

Gebremst

Abb. 18 u. 19. Vorrichtungen zur Prüfung von Hakennägeln.

Abb. 18.

Abb. 19.

Maße mm

Gehärteter Stahl

Gehärteter Stahl

Abb. 12.

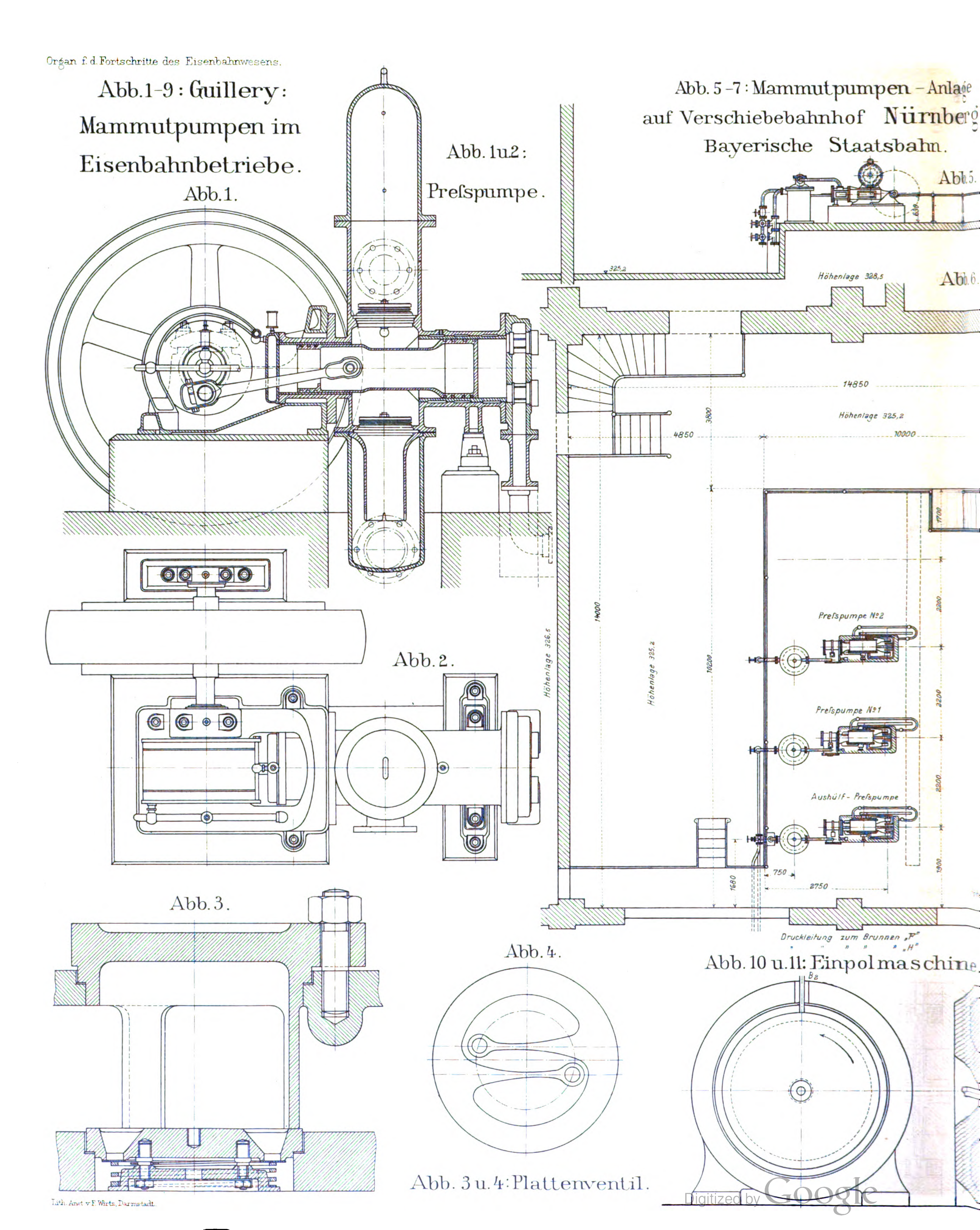
Abb. 21.

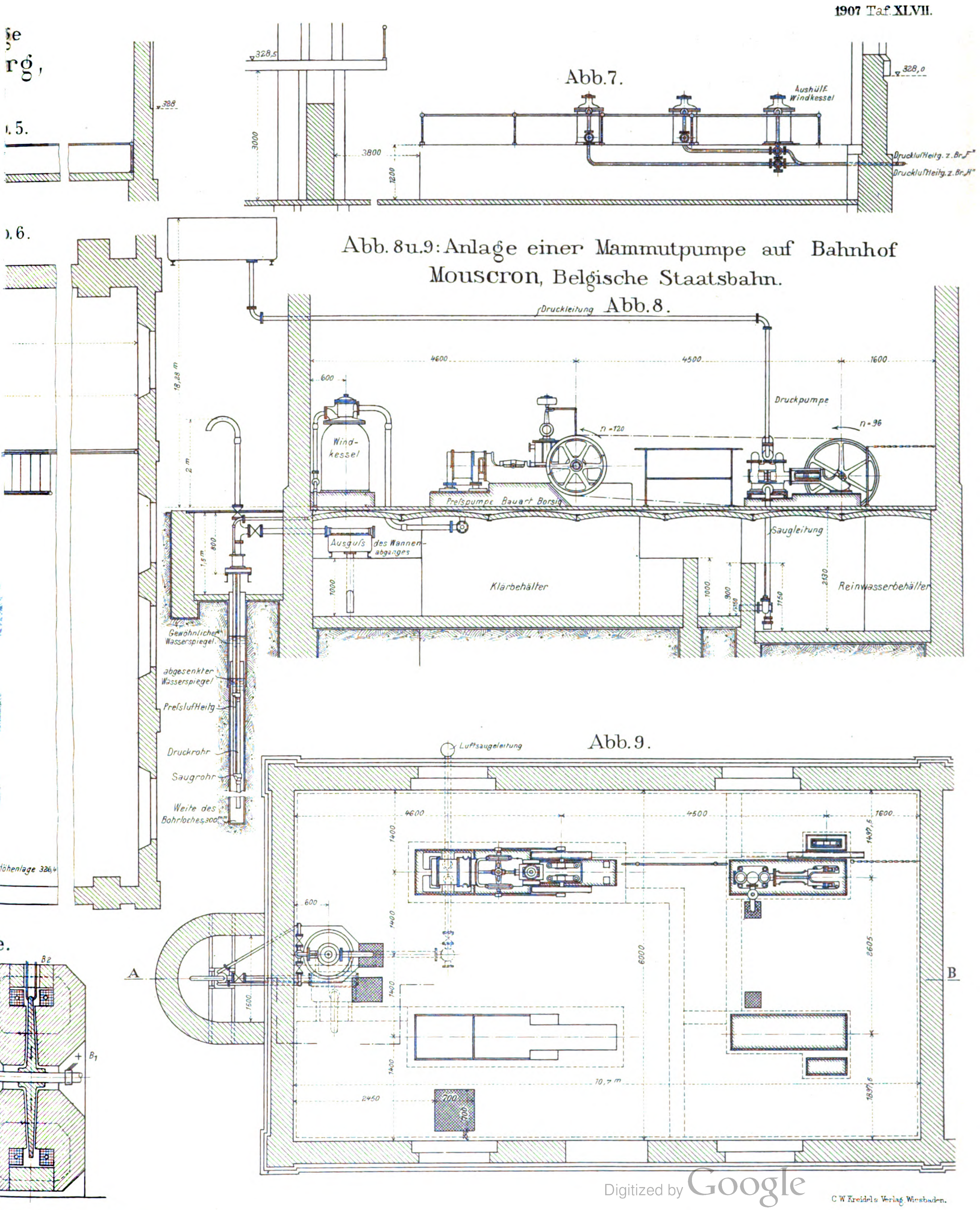
Bremsleitung

Nach dem Bremszylinder

Außenluft

C.W. Kreidel's Verlag Wiesbaden.


Abb. 1-9: Guillery: Mammutpumpen im Eisenbahnbetriebe.
Abb. 1.
Abb. 1 u. 2: Prefspumpe.
Abb. 2.
Abb. 3.
Abb. 4.
Abb. 3 u. 4: Plattenventil.
Abb. 5-7: Mammutpumpen-Anlage auf Verschiebebahnhof Nürnberg
Bayerische Staatsbahn.
Abb. 5.
Abb. 6.
Höhenlage 328,5
Höhenlage 325,2
Höhenlage 326,5
14850
10000
4850
3800
14000
10200
Prefspumpe No 2
Prefspumpe No 1
Aushülf-Prefspumpe
750
2750
1680
Druckleitung zum Brunnen „F"
Abb. 10 u. 11: Einpolmaschine
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1-5. Guillery: Mammutpu

Abb. 1-5. Anlage der Werks

Sächsische St

Abfalleitung vom Hochbehälter

200 l. W.

150 l. W.

100 l. W.

Druckluftleitung

125 l. W.

z. Brunnen.

51 l. W.

175 l. W.

Abb. 2.

Ofen

Grundmauerwerk.

Elektr. Triebmaschine Grundmauerwerk

Preßpumpe. Grundmauerwerk.

Druck Wasser-Kessel

Windkessel

Saugleitung 175 l. W.

Luftansaugeleitung der Preßpumpe

Preßpumpe. Grundmauerwerk.

Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt.

...npen im Eisenbahnbetriebe.

...ätte Engelsdorf,

...atsbahnen.

Abb. 3.

Druckltg d. Pumpe n. d. Hochbehälter.

Preßpumpen-Druckstutzen.

Abb. 4.

Luftansaugeltg. der Preßpumpe.

200 L.W.

Elektr. Triebmasch.

Abb. 5.

Bodenhöhe

vom Windkessel zur Pumpe.

Saugleitung der Pumpe.

Förderrohr 104 L.W.

Luftrohr 51 L.W.

250 L.W.

400 L.W.

Abb. 6-9. Phillips' selbsttätige Zugbremse.

Abb. 7.

Nach der Sirene

Nach der Bremsleitung

Behälter

Dreiweghahn

Nach der Außenluft

Nach dem Ortsignalschieber

Vorsignal-schieber

Nach dem Behälter

Nach dem Steuerzylinder

Nach der Bremsleitung

Abb. 9.

Ortsignalschieber Vorsignalschieber

Vorsignal

Abb. 6.
Vorrichtung am Gleise.

Abb. 7-9.
Vorrichtung an der Lokomotive.

Abb. 8.

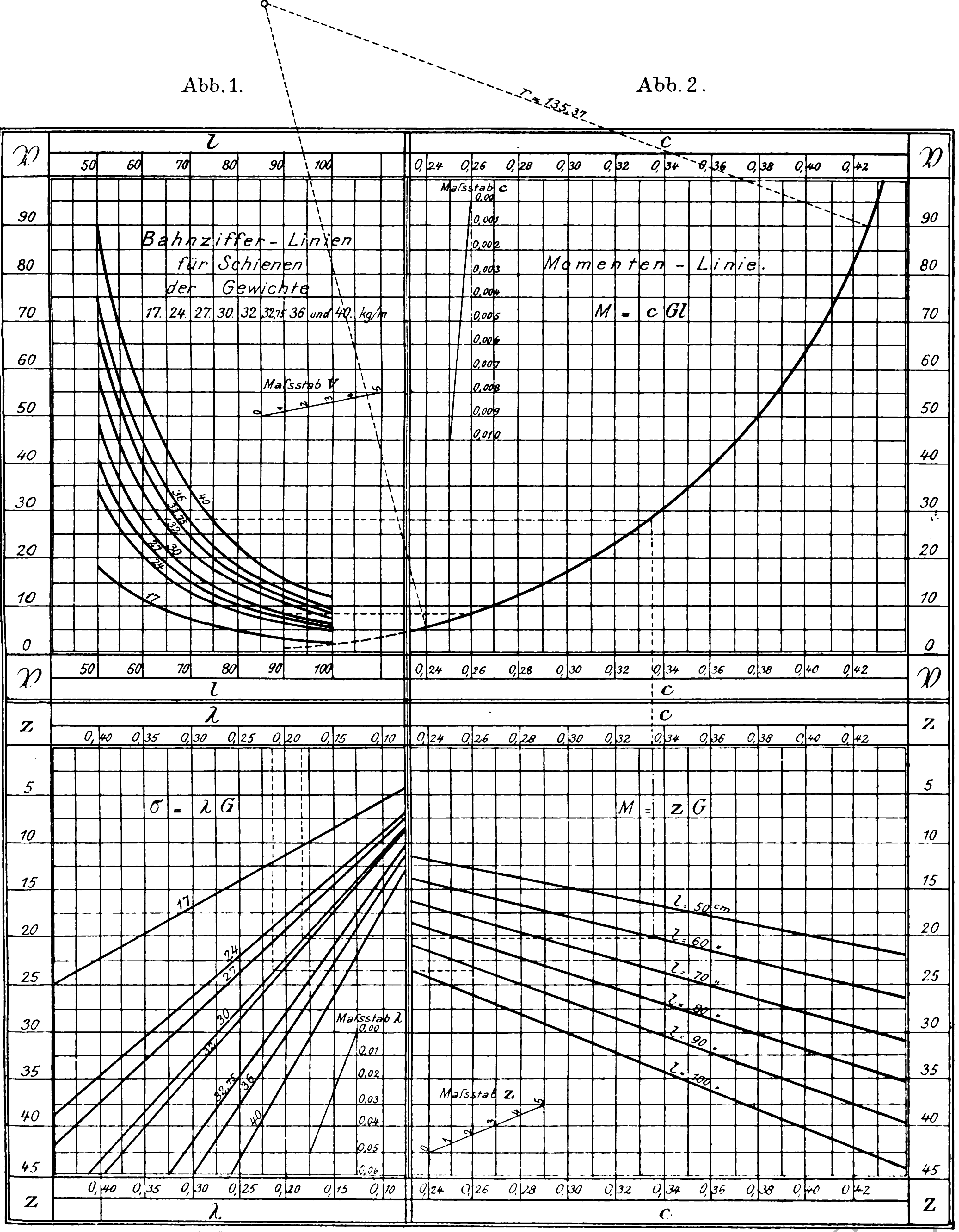
Nach der Sirene

Nach der Bremsleitung

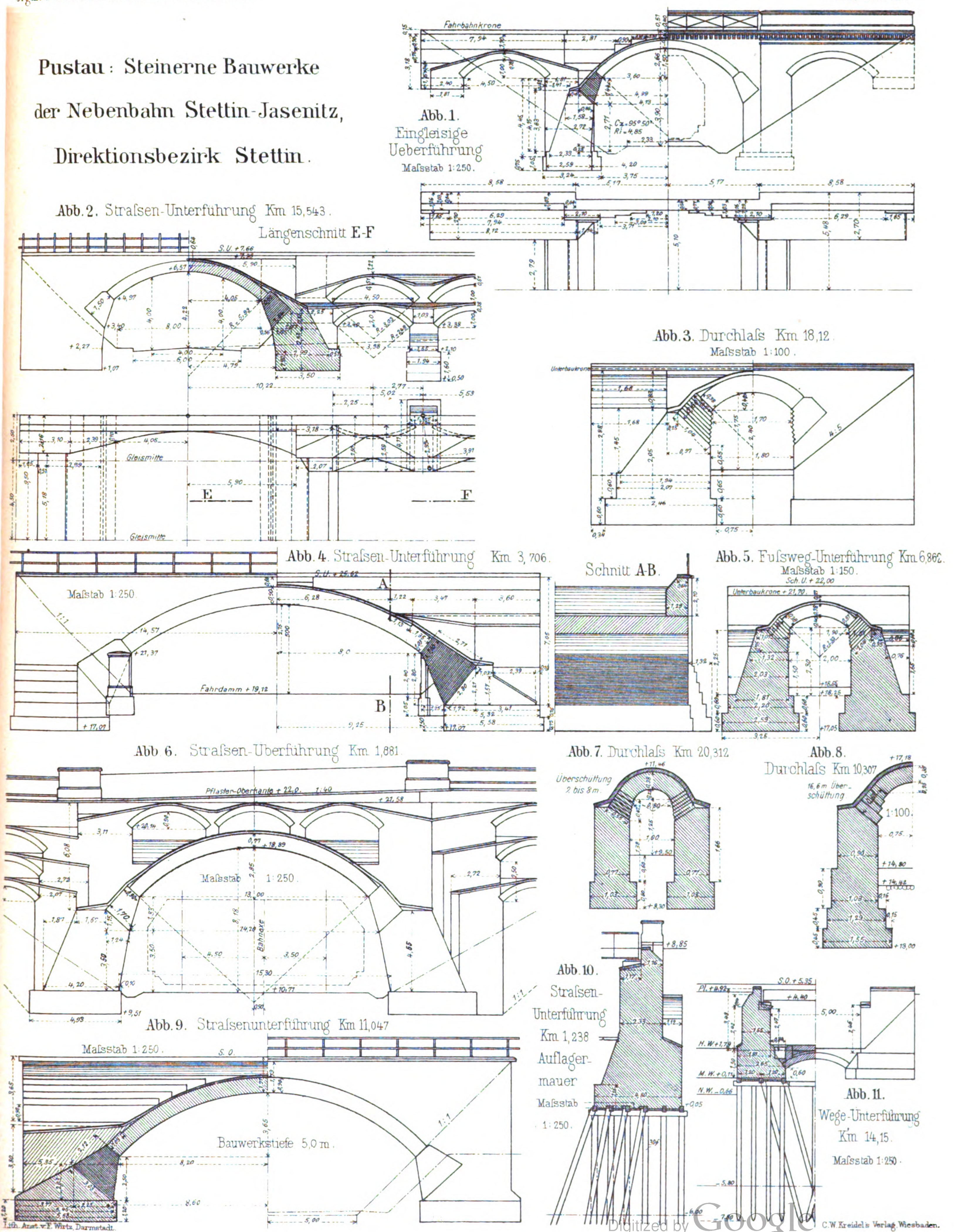
Nach dem Dreiweghahne

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Cornea: Beiträge zur Ermittelung der Anstrengung der Eisenbahnschienen.



Pustau: Steinerne Bauwerke der Nebenbahn Stettin-Jasenitz, Direktionsbezirk Stettin.



Lith. Anst. v. E. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

1907. 1. Heft.

ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Begründet von

E. Heusinger von Waldegg.

Unter Mitwirkung für den maschinentechnischen Teil

von

F. Rimrott, Ober- und Geheimem Baurate, Mitgliede der Königlichen Eisenbahndirektion Berlin,

und

E. Weifs, Regierungsdirektor, Abteilungsvorstande der Generaldirektion der Bayerischen Staatseisenbahnen zu München

herausgegeben von

G. Barkhausen,

Geheimem Regierungsrate, Professor der Ingenieurwissenschaften, zeitigem Rektor der Technischen Hochschule zu Hannover.

Zweiundsechzigster Jahrgang.

Neue Folge. XLIV. Band. — 1907.

Erstes Heft mit 4 Doppeltafeln, 2 einfachen Tafeln und 9 Textabbildungen.

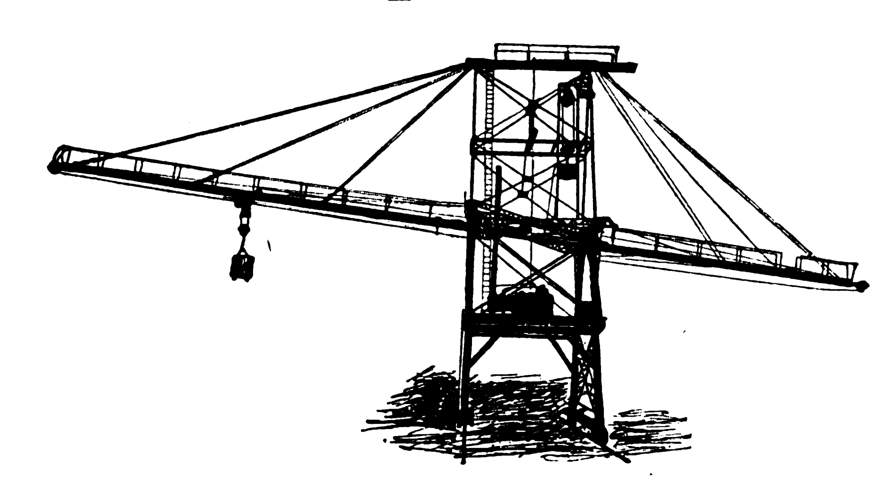
Das „Organ" erscheint in monatlichen Heften von $2^1/_2$—3 Druckbogen nebst den erforderlichen Zeichnungen in Lithographie und Holzschnitt.
Preis des Jahrganges 28 Mark. — Zu beziehen durch jede Buchhandlung und Postanstalt des In- und Auslandes.

Inhalt:

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.

Temperley-Verlader.



Der Temperley-Verlader ist eine **Umladevorrichtung für Massengüter,** welche sich vor ähnlichen Systemen durch grofse Leichtigkeit, Anpassungsfähigkeit und Einfachheit des Betriebes unterscheidet und sich in einer sehr grofsen Zahl von Ausführungen seit vielen Jahren vorzüglich bewährt hat.

Durch Vorhandensein **nur eines Seiles** werden folgende Vorteile erzielt:

1. Einfachheit der Antriebsmaschinen.
2. Bedienung durch **einen ungeschulten Arbeiter.**
3. Weit gröfsere Anpassungsfähigkeit als bei anderen Systemen.
4. Heben und Senken der Last **an beliebiger Stelle.**

Leistung 60—70 tons in der Stunde.

Man verlange Kataloge und Kostenanschläge

von

Arthur Koppel,

Berlin NW. 7. Bochum. Brüssel. Paris. London. New-York.

Fabriken und technische Bureaus in Bochum, Camen, Petersburg, Lille. [100

Actiengesellschaft für Feld- und Kleinbahnen-Bedarf

vormals Orenstein & Koppel, Berlin S.W.

Waggonfabrik • Weichen- u. Signalbauanstalt • Lokomotivfabrik.

Bau von **Lokomotiven** jeder Art.

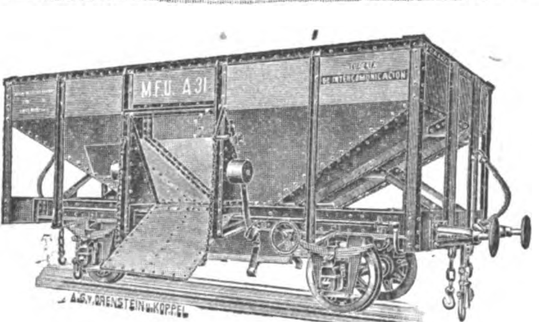
Doppel-Compound-Lokomotiven.

Güter- u. Personenwagen.

Schnellentladern.

Specialwagen.

Weichen und Kreuzungen jeder Art.



Bau von **feuerlosen Rangir-Lokomotiven.**

Trambahn-Lokomotiven.

Signal- u. Weichen-Stellwerken.

Wegeschranken mit vertikaler und horizontaler Baumbewegung.

Windehöcke mit automatischer Kontrollvorrichtung.

Lieferantin für die Königl. Preuss. Staatseisenbahnen.  [25

C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

STRASSENBAUKUNDE

LAND- UND STADT-STRASSEN.

Von

FERDINAND LOEWE,

ord. Professor der Ingenieur-Wissenschaften an der Königl. bayer. Technischen Hochschule zu München.

Zweite völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 155 Abbildungen im Texte. ◆ Preis 14 Mk. 60 Pf., gebunden 16 Mk.

Inhalts-Verzeichnis.




Digitized by Google


Digitized by Google



C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: **Dr. C. Wolff,** Stadtbaurath.

Jahrgang 1906. (Band LII; Band XI der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.

Vom Jahrgang 1906 ab beträgt der Verkaufspreis der Zeitschrift im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine wie bisher 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

Inhalt von Heft 1—5:



Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahn-Wagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt Breslan

in Breslau.

Abteilung:	Abteilung:
Eisenbahn-Wagenbau.	**Lokomotiv- u. Maschinenbau.**

Abgekürzte Briefadressen:

Breslauer Aktien-Gesellschaft für Eisenbahn-Wagenbau Breslau III.

Maschinen-Bau-Anstalt Breslau Breslau XVII.

Telegrammadressen:

„Eisenbahn-Wagenbau Breslau!"

„Maschinenbau Breslau!"

Gegründet 1843 und seit 1871 im Besitz der Aktien-Gesellschaft.

Gegründet 1833 und seit 1897 im Besitz der Aktien-Gesellschaft.

Erzeugnisse:

Salonwagen, Schlafwagen.

Speisewagen.

Personenwagen jeder Art und Klasse.

Postwagen, Dienstgepäckwagen.

Bier-, Fleisch- und Milchtransportwagen.

Behälterwagen für Spiritus-, Teer, Säure- u. s. w.-Beförderung.

Bedeckte und offene Güterwagen jeder Art, auch solche aus Pressblechen zur Herabminderung des Eigengewichts.

Strassenbahnwagen für Motoren- und Pferdebetrieb.

Draisinen und Bahnmeisterwagen.

Lastkräne für Dampf- und Handbetrieb, feststehende und transportable.

Lokomotiven in jeder Bauart für Normal- und Schmalspur.

Dampfmaschinen und Dampfturbinen für jegliche Zwecke.

Dieselmotoren, einfachste Kraftanlage.

Fördermaschinen, Pumpenmaschinen und Kompressoren für Bergwerke.

Gebläsemaschinen für Hochöfen und Bessemereien.

Wasserwerkseinrichtungen.

Sämtliche Maschinen und Apparate für die Zuckerindustrie.

Dampfkessel nach den bewährtesten Systemen mit und ohne Überhitzung.

Giessereifabrikate in Eisen- und Metallguss.

Gebördelte Kümpel und Pressbleche, sowie Waggonfedern zu Eisenbahn-Fahrzeugen.

Zink- und Zinnwalzwerke.

Sämtliche Erzeugnisse bis zu den grössten Abmessungen.

[98

Eisenbahnsignal-Bauanstalt

Max Jüdel & Co.

Aktien-Gesellschaft

BRAUNSCHWEIG

Begründet 1871

[35

Eisenbahn-Signalbau-Anstalt

Scheidt & Bachmann

Gegr. 1873 **M.-Gladbach.** *Gegr. 1873*

Spezial-Fabrik für den Bau von

Weichen- und Signal- Sicherungs-Anlagen

Wegeschranken

für

Hand- und Fernbetrieb.

[22

Signalbau-Anstalt

Willmann & Co

G. m. b. H.

Dortmund

liefert

mechanische und elektrische

Weichen- und Signal-Sicherungsanlagen

jeglicher Art

für Staats-, Privat- und Anschlußbahnen,

Hand- und Fernzugschranken

den neuesten Bedingungen entsprechend.

Bremsschuhe

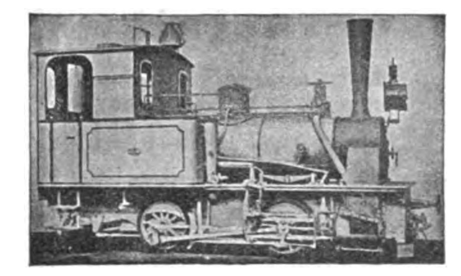
mit auswechselbarer und fester Zungenspitze, bewährtester Konstruktion und von größter Dauerhaftigkeit.

Signalbrücken, Licht- u. Leitungsmaste, Rangierbremsen, Gleiskreuzungen, Werkzeuge und Geräte für Stellwerksmontagen, Neigungszeiger, Läute-, Warnungs- und Grenztafeln, Meßapparate für Brückendurchbiegung.

Sachgemäße Ausarbeitung von Projekten.

[62

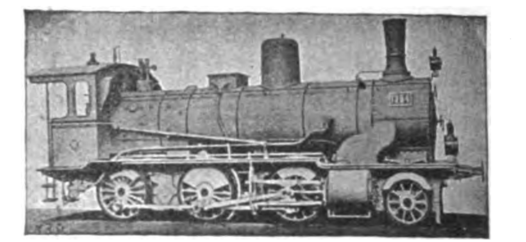
Die Stettiner Maschinenbau-Actien-Gesellschaft



„VULCAN“

in

Stettin-Bredow



liefert aufser **Locomotiven** für **Haupt- und Neben-Bahnen** auch solche für

Kleinbahnen jeder Grösse und Spurweite. [63

Vereinigte Königs- & Laurahütte

Actien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb

in Berlin.

Abth. Waggonfabrik Königshütte O.-Schl.

baut in bekannter sachgemäfser Ausführung

alle Arten

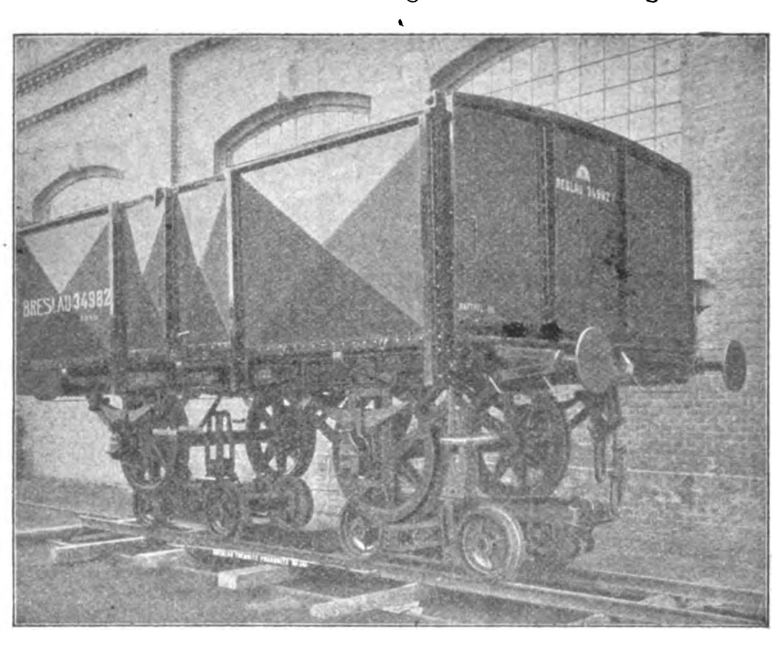
Güterwagen

für

Normal-, Schmalspur- und Feldbahnen

nach eingesandten, sowie eigenen Constructionen.





Personenwagen

für Kleinbahnen.

Grösste Leistungsfähigkeit.



[4

Eiserne

STRASSEN- & EISENBAHN-BRÜCKEN

Baukonstruktionen, Dachstühle, Bahnsteighallen,

Drehscheiben, Hebe-Krane, Aufzüge,

Rollwägen, Eisenscheeren, Schmiedeessen, Kohlenschüttanlagen,

Weichen und Kreuzungen

Anschlüsse von Industriegeleisen, Vordächer, Eisengufs, Bogenlampenkandelaber

fertigt auf Grund langjähriger Erfahrung in tadelloser Ausführung

Joh. Wilh. Spaeth, Nürnberg-Dutzendteich und **München,** Kaufingerstr. 15.

Gegründet 1821. [61

SIEMENS & HALSKE A.-G.

liefert für

Eisenbahnbetrieb

elektrische und **mechanische Anlagen**

sowie sämtliche **Ersatzteile** und **Werkzeuge** zu deren Unterhaltung.

Es wird gebeten, **Anfragen** und **Bestellungen** zu richten,

betreffend

Telegraphie, Fernsprechwesen, Läutewerke, Rangiermelder, Schwachstromkabel, Blitzableiter, Messinstrumente, Elemente

an

SIEMENS & HALSKE A.-G.

Wernerwerk

BERLIN-NONNENDAMM

(Telegr.-Adr. „Wernerwerk")

betreffend

Blockwerke, elektrische und mechanische Stellwerke, Schienendurchbiegungskontakte, Radtaster, Schienenisolierungen

an

SIEMENS & HALSKE A.-G.

Abteilung für Eisenbahnsicherungswesen

BERLIN-NONNENDAMM

früher Charlottenburg, Helmholtzstrasse 4.

(Telegr.-Adr. „Wernerbloc").

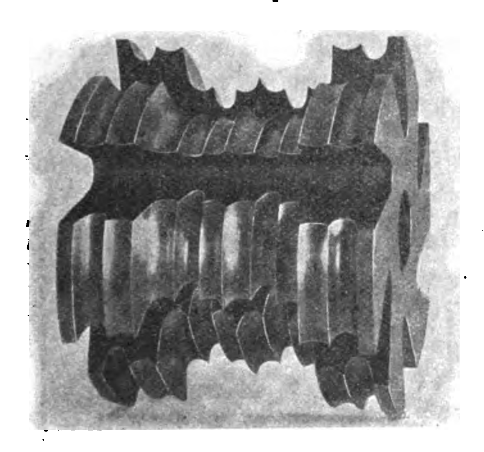
[91

Paris 1900 Grand Prix.

J. E. Reinecker, Chemnitz-Gablenz

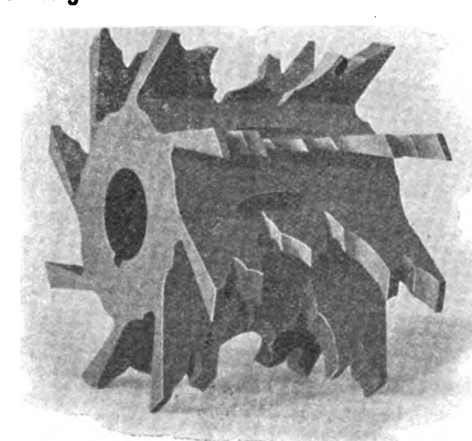
Paris 1900 Grand Prix.

Hinterdrehte, ohne Profiländerung nachschleifbare Fräser.





Neuer Holzfräser.



Alter Holzfräser.

Preisliste über Werkzeuge, sowie Katalog über Werkzeugmaschinen und Referenzenliste kostenfrei.

Werkzeuge: Gewindeschneidwerkzeuge für alle Gewindesysteme, Bohrwerkzeuge und Reibahlen, Bohr- und Klemmfutter, Lehren und Mefswerkzeuge, Mikrometerlehren, Richtplatten, Winkel, Lineale. **Fräser aller Art,** namentlich hinterdrehte.

Werkzeugmaschinen: Fräsmaschinen aller Art bis zu den gröfsten, Maschinen für die Fabrikation von Zahnrädern, Werkzeugschleifmaschinen, Rund- und Planschleifmaschinen. Dreh- und Bohrwerke, Drehbänke bis 600 mm Spitzenhöhe, Spezialdrehbänke für diverse Zwecke, Hinterdrehbänke bis zu den gröfsten Dimensionen.

Komplete Einrichtungen für die Fabrikation von Werkzeugen aller Art, wie Gewindebohrer, Reibahlen, Spiralbohrer etc., hinterdrehte Fräser aller Gröfsen etc., sowie für die Herstellung von Stirn-, Schnecken-, Schrauben- und Kegelrädern, wie auch Zahnstangen. [57



Eisenhütten-Actien-Verein
DÜDELINGEN
Grossherzogthum Luxemburg.

Hochöfen,
Stahl- und Walzwerke,
Erzeugnisse aus Thomas- und Flussstahl.

Halbfabrikate:
Rohblöcke,
Vorgeblockte Blöcke und Brammen,
Billettes, Platinen.

Fertigfabrikate:
Eisenbahn-, Pferdebahn- und Grubenschienen,
Laschen und Unterlagsplatten,
Lang- und Querschwellen,
Träger und Winkeleisen.

Stab- und Feineisen:
Rund-, Vierkant-, Flach-, Schneid- u. Bandeisen,
Träger- und Winkeleisen.

Erzeugungsfähigkeit pro Jahr 200000 tons.

Telegramm-Adresse:
Hüttenverein Düdelingen. [97

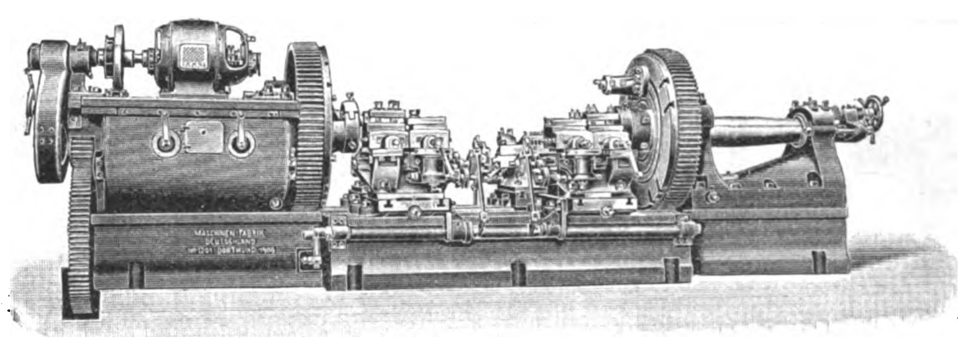
Maschinenfabrik Esslingen
in ESSLINGEN (Württemberg).

Locomotiven
in allen Gröfsen und Spurweiten.
Heissdampf-Motorwagen.
Zahnrad-Locomotiven, Kranen-Locomotiven.
Eisenbahnwagen, Trambahnmaterial.
Seilbahnen für Personenbeförderung.
Transporteure System „Langbein"
D. R.-P. No. 70230, für den Transport von Normalspurwagen auf Schmalspurbahnen.
Preisgekrönt vom Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.
Dampfkessel, Dampfmaschinen, Sauggas-Motoren, Pumpen.
Eiserne Brücken und Dachconstructionen.
Elektrische Beleuchtungsanlagen und Arbeitsübertragungen.
Elektrisch betriebene Drehscheiben, Schiebebühnen, Spills und Krane. [38

Maschinenfabrik „Deutschland", Dortmund.

A. Werkzeugmaschinen.

Special-Constructionen bis zu den **grössten Dimensionen,** den **Bedürfnissen** der **Neuzeit** entsprechend.



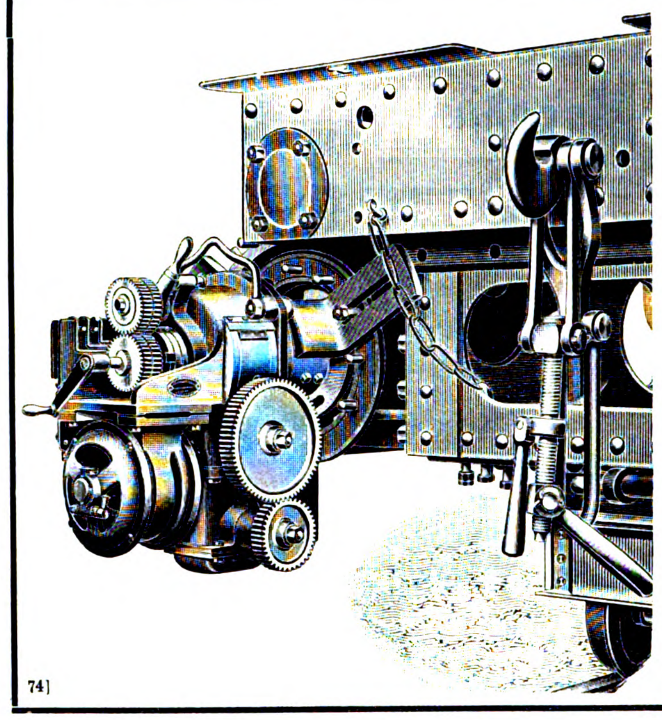
Radsatzdrehbank von höchster Leistungsfähigkeit mit patentirter automatischer Meisselführung.

Special-Constructionen für **Hüttenwerke, Maschinenfabriken, Schiffsbau, Eisenbahnen** etc.

B. Hebekrahne aller Art, Windeböcke.

C. Weichen, Drehscheiben,

Schiebebühnen, Drehbrücken, Signale, Kohlenkipper zum directen Verladen vom Waggon ins Schiff, Gasbandagenfeuer, Bremsschuhe. [5



Collet & Engelhard,

Ges. m. beschr. Haftg.

Werkzeug-Maschinenfabrik, Offenbach-Main.

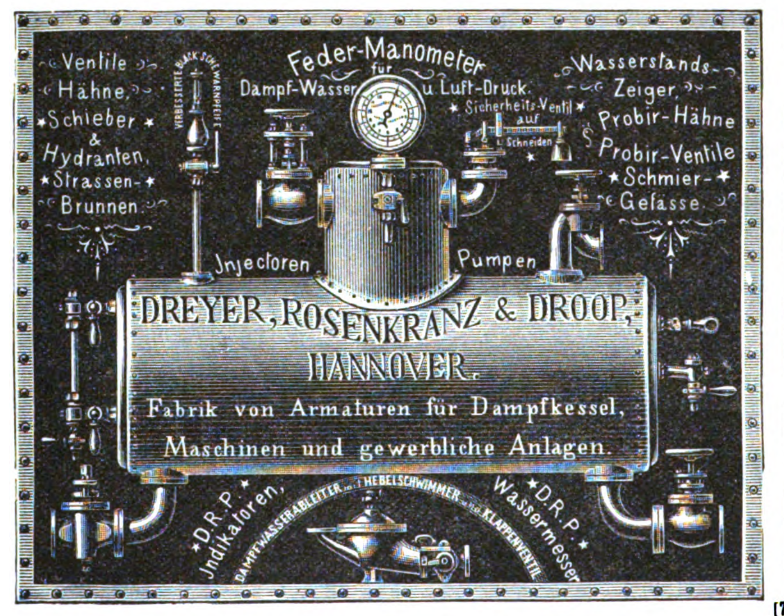
Transportable, elektrisch betriebene Cylinder-Bohrapparate

zum Nachbohren der Cylinder am Rahmen selbst.

Transportable Schieberspiegel-Fräsapparate.

Zahlreiche Lieferungen an Eisenbahnen. ◆ Beste Referenzen.

74]



[7]

F. Paul Weinitschke G. m. b. H.

Eisenbahn-Signalbauanstalt

Lichtenberg-Berlin, Rittergutstr. 128.

[14

Weichen- und Signalstellwerksanlagen

neuester Konstruktion.

Ein- und Ausfahr-Signale, Vorsignale, Weichenverriegelungen.

Zug-, Schlagbaum- und Handschranken

verschiedenster Konstruktion.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Die Entseuchung der Viehwagen

nach den gesetzlichen und gesundheitstechnischen Anforderungen

und die

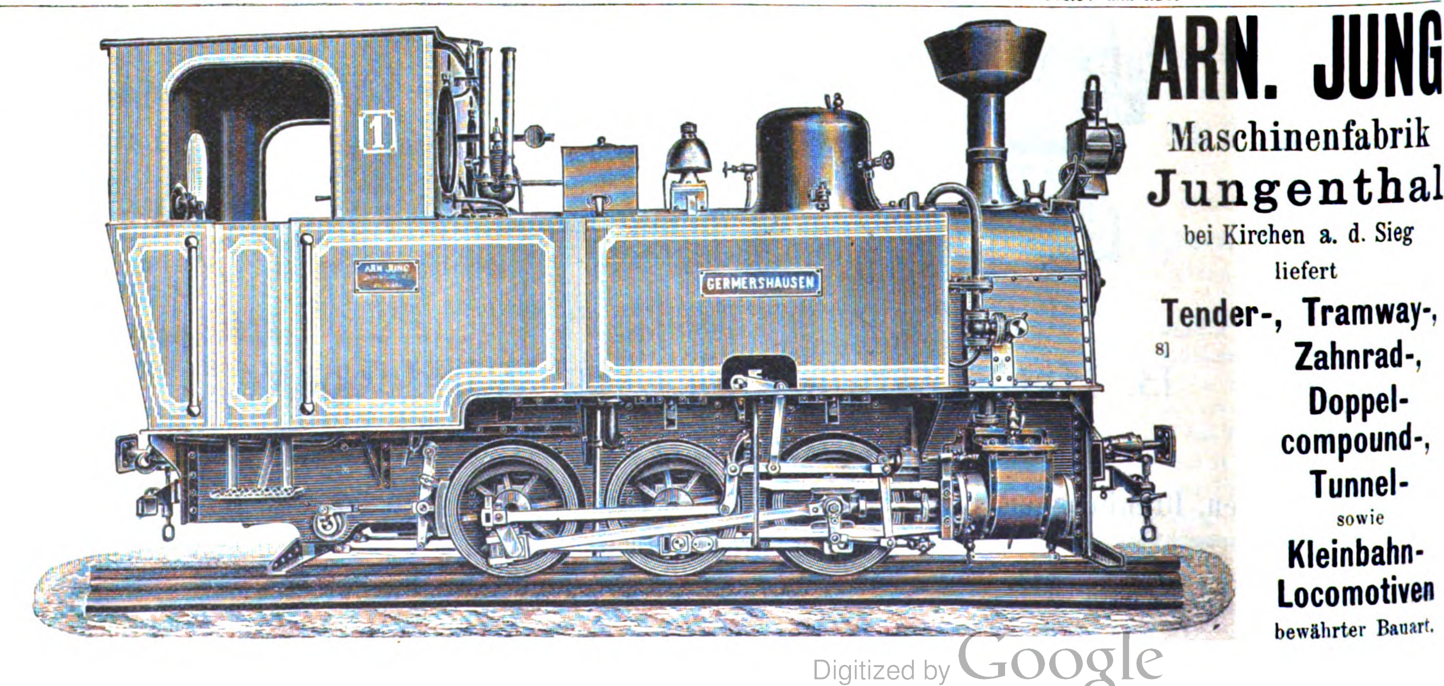
wirthschaftlichen Schäden der Viehseuchen,

insbesondere beim Eisenbahnverkehre.

Von **Adolf Freund,**

Ingenieur der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien.

Preis: Mk. 1.30.



ARN. JUNG

Maschinenfabrik

Jungenthal

bei Kirchen a. d. Sieg

liefert

Tender-, Tramway-, Zahnrad-, Doppel-compound-, Tunnel-

sowie

Kleinbahn-Locomotiven

bewährter Bauart.

8]

Telegraphenstangen und Leitungsmasten

für elektrische Anlagen

aus **vorzüglichen, schlanken Gebirgshölzern,** imprägniert (kyanisiert) nach den Bedingungen der deutschen Reichspostverwaltung.

Eisenbahnschwellen

jeder Holzart, beliebiger Dimensionen, imprägniert nach Staatsbahnvorschriften, auch unimprägniert.

Grösste Leistungsfähigkeit. **9 Imprägnier- und Kyanisieranstalten.**

Günstigste Lage für Bahn- und Wasserbeförderung nach allen Richtungen. [23

Internationale Ausstellung MAILAND 1906 höchste Auszeichnung GROSSER PREIS.

Gebr. Himmelsbach, Freiburg i. Baden.

Peniger Maschinenfabrik und Eisengiesserei Aktiengesellschaft,

Abtheilung UNRUH & LIEBIG, Leipzig.

Specialfabrik

für

Bahnsteig-Aufzüge,

Lokomotiv-Bekohlungs-Anlagen,

Wasserdruck-Kanalwinden

zum Auswechseln von Locomotiv-Radsätzen

(siehe Heft 1 1895 des Organs).

Ausgeführt für die Werra-Eisenbahn, die Sächsischen Staatseisenbahnen, die Pfälzischen Eisenbahnen, Reichseisenbahnen, Oberhessische Eisenbahn, Orientalische Eisenbahnen. [32



Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, A.-G. zu Osnabrück.



Spezialität: Bessemerstahlschienen von höchster Verschleissfestigkeit.

Spezialität: Stossfreier Oberbau.

Abteilung Osnabrück.

Schienen aus Bessemerstahl
für Haupt-, Neben-, Klein- und Strassenbahnen.
Starkstoss-Oberbau
mit Stossträgern, Rippenschwellen und Zapfenplatten.
Zweiteiliger Schwellenschienen-Oberbau
und
Herkules-Wechselsteg-Verblatt-Oberbau
für Hafenbahnen und Pflasterstrecken.
Plattenstühle
zur Verhinderung des Wanderns für Schienengleise.
Weichen und Kreuzungen aller Art.
Radreifen und Radsätze.
Schmiedestücke und Stahlguss-Formstücke
für Maschinen aller Art, insbes. für den Schiffbau.
Feldbahnen
mit allem Zubehör, als Drehscheiben, Weichen und Wagen.



Abteilung Georgsmarienhütte.

Roheisen:
Hematite-, Giesserei-, Bessemer-, Puddel-, Spiegel- und Stahleisen.
Bau- und Maschinenguss.
Gusseiserne Muffen- und Flanschenröhren.
Schlackensteine, Schlackensand, Schlackenzement.

Abteilung Werne (Bez. Münster i. W.)

Fett- und Gaskohlen.
Förderkohlen, gewaschene Fein und Nusskohlen.

Abteilung Piesberg b. Osnabrück.

Steinbrüche.
Pflaster- und Bordsteine für Strassenbefestigungen.
Kleinpflastersteine für Chausseen.
Kleinschlag für Eisenbahnen und Uferbefestigungen.
Zementwaren.
Kanalrohre, Brunnenringe, Kabelkanäle, Treppenstufen, Fenstereinfassungen, Trottoirplatten, Dachpfannen u. s. w.

Spezialität: Stossfreier Oberbau.

Spezialität: Bessemerstahlschienen von höchster Verschleissfestigkeit.



Telegramm-Adresse: **Stahlwerk Osnabrück.**



[38

C. Stahmer,

Fabrik für Eisenbahn-, Bergbau- und Hüttenbedarf

Aktien-Gesellschaft

Georgmarienhütte bei Osnabrück.

Central-Weichen- u. Signal-Stellwerke

mit mechanischen Uebertragungsvorrichtungen.

Elektrisch gesteuerte Weichen- u. Signal-Stellwerke mit Druckluftantrieb.

Wegeschranken aller Art.

Schranken für Fernbedienung [37

mit Einrichtung für **zwangsweises Vorläuten.**

Eisenbahn-Bedarfsartikel.

Eisen-Giesserei.

Waggonfabrik

Gebr. Hofmann & Co.

Actien-Gesellschaft

BRESLAU

fabricirt:

Personen- und Güterwagen

aller Art, auch für **Kleinbahnen** jeder Spurweite.

Transporteure,

Rollböcke zum Transport von Normalspurwagen auf Schmalspurgleisen.

Strassenbahnwagen

für Pferde-, Dampf- und elektrischen Betrieb.

Kippwagen D. R. P. 84307.

Draisinen, Bahnmeisterwagen, Hebeböcke etc.

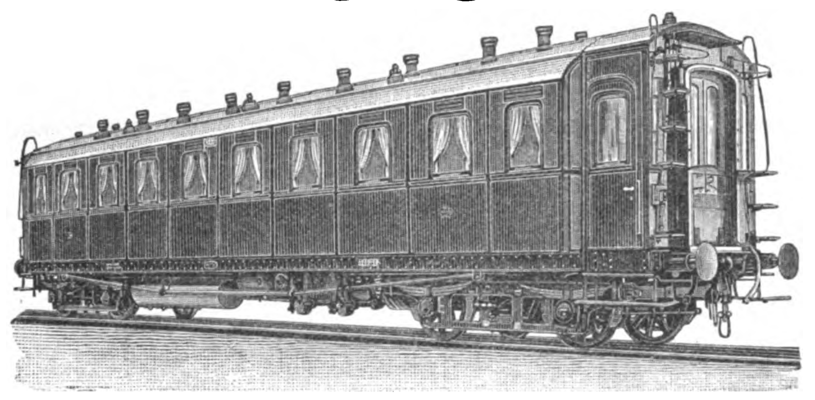
Feuerspritzen.

Dampfläutewerke D. R. P. 104330. [30

Sächsische Waggonfabrik Werdau

G. m. b. H.

WERDAU i. Sachsen



liefert

Personen- und Güter-Wagen

jeder Construction und Spurweite

sowie [12

Strassenbahnwagen **für alle Betriebsarten.**

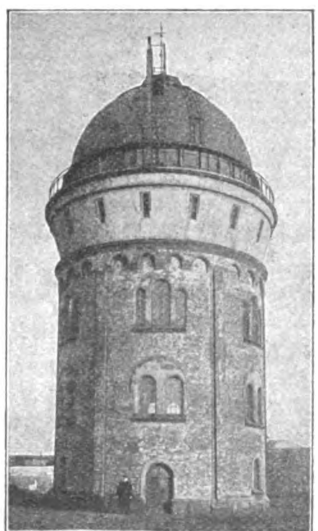
Specialität:

Kessel-, Topf- und Bierwagen.

Aug. Klönne, Dortmund.

Gaswerke ◆ Eisenkonstruktionen ◆ Blecharbeiten.

DÜSSELDORF 1902 GOLDENE MEDAILLE.



600 cbm Inhalt,
Bahnhof Speldorf.

Specialität: **Hochbehälter**

D. R. P. Nr. 107890

mit Dach und Ummantelung oder in Schäfer'scher Eiform wie abgebildet.



PREISGEKRÖNT

vom Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

[76

Bislang **88** Ausführungen

grösstenteils für Bahnhöfe.

Beste, leichteste, raumsparendste Konstruktion.

Einfach, übersichtlich, billig.

Gesamtzahl *der bisher von mir ausgeführten Flüssigkeitsbehälter über* ***3035 Stück.***

C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden.

Die Grundlagen der Turbinenberechnung

für

Praktiker und Studierende des Bauingenieurfaches.

Von **Danckwerts,**

Regierungs- und Baurat, Professor an der techn. Hochschule zu Hannover.

Mit 102 Abbildungen im Texte und einem Nachtrage. — Preis 1 Mark 80 Pf.

Anzeigenpreis

im Organ für Eisenbahnwesen einschl. kostenloser Aufnahme der Firma in diese Bezugsquellenliste

bei 1 mal. Abdruck	10 Pf.	der mm Höhe bei 47½ mm Breite.
„ 3 „ „	9 „	
„ 6 „ „	7 „	
„ 12 „ „	5 „	

Bezugsquellenliste für Eisenbahnbedarf.



Die Aufnahme

in diese Bezugsquellenliste erfolgt für Inserenten im Organ für Eisenbahnwesen

vollständig kostenlos

und werden neue Rubriken nach Erfordern errichtet.

Zusammengestellt durch C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden nach den Angaben der betreffenden Firmen.

Abziehbilder.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Achsen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Anker.
Howaldtswerke Kiel.

Anschlufsgleise.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Anschriften.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Armaturen.
A. L. G. Dehne, Halle.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.

Aufhauen alter Feilen.
Friedr. Dick, Esslingen a. N.

Aufzüge.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Unruh & Liebig, Leipzig.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Carl Schenck, Darmstadt.

Aussichtswagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Bade-Anstalten.
H. Schaffstaedt, Giessen.

Bahnmeisterwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Ver. Königs- & Laurahütte, Berlin.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein u. Koppel, Berlin.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Jos. Vögele, Mannheim.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.

Bahnsteighallen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Aug. Klönne, Dortmund.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Bandagen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Bandagenwärmfeuer.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Baukonstruktionen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Bauwerk-Eisen.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Behälter, eiserne.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Beleuchtung, elektrische.
Maschinenfabrik Esslingen.

Bergbau-Erzeugnisse.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Bessemer-Farbe.
Rosenzweig & Baumann, Cassel.

Betriebsdampfmaschinen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau,

Bierwagen
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Bleche.
Verein. Königs- & Laurahütte, Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.

Bockkrane.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Carl Schenck, Darmstadt.
Aug. Klönne, Dortmund.

Bogenlampenkandelaber.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Bohrmaschinen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.

Bolzenlehren.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Bremsschuhe.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Willmann & Co., Dortmund.

Brücken.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen
Maschinenfabrik Esslingen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Brücken-Durchbiegungs-Mefsapparate.
Willmann & Co., Dortmund.

Bufferböcke.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.

Bufferstangenverschlüsse.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.

Butterwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Carbolineum.
R. Avenarius & Co., Stuttgart, Hamburg, Berlin C u. Köln a. Rh.

Dachkonstruktionen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Maschinenfabrik Esslingen.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Ver. Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Dampfkessel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Maschinenfabrik Esslingen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berlin-Tegel

Dampfkrane.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Carl Schenck, Darmstadt.
Aug. Klönne, Dortmund.

Dampfläutewerke.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Dampfmaschinen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau
A. L. G. Dehne, Halle.
Gutehoffnungshütte, Oberhausen.
Maschinenfabrik Esslingen.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Dampfpumpen siehe auch Pumpen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Dichtungsringe.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.
Howaldtswerke Kiel.

Dienstgepäckwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Docks.
Howaldtswerke Kiel.
Aug. Klönne, Dortmund.

Dome.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Draht.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Drahtzugmaschinen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Drehbänke.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Carl Schenck, Darmstadt.

Drehbrücken.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Maschinenfabrik Esslingen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Drehscheiben.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Maschinenfabrik Esslingen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Joseph Vögele, Mannheim.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Carl Schenck, Darmstadt.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.

Dynamos.
Maschinenfabrik Esslingen.

Eisenbahngeräte.
Dübelwerke, Charlottenburg.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Eisenbahnlaternen.
F. F. A. Schulze, Berlin N.

Eisenbahnschwellen.
Gebr. Himmelsbach, Freiburg i. B.
W. O. Waldthausen Wm. Sohn, G. m. b. H., Clarenburg, Post Wesseling.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Dübelwerke, Charlottenburg.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte Berlin.

Eisengiefserei.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Eisenkonstruktionen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Carl Schenck, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Aug. Klönne, Dortmund.

Eisenscheren.
Gebr. Buschbaum, Darmstad.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Eisenstein.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Eisenwerke.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Elektrische Bahnen.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Elektromotoren.
Maschinenfabrik Esslingen.

Elevatoren.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Feilen.
Friedr. Dick, Esslingen a. N.
Deutsche Patent-Feilen-Fabrik Radeberg i. Sachsen.

Feineisen.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Feldbahnen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Feldschmieden.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Fenster.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen

Filterpressen.
A. L. G. Dehne, Halle a. d. Saale.

Filtriertiegel.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Flaschenzüge.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Fleischwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Förderbänder.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Fördermaschinen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Form-Eisen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Fräser.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Fräserschleifmaschinen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Fräsmaschinen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Fuhrwerksbahnen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.

Fufswinden.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Gasmotoren.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Benz & Co., Mannheim.

Gasradreifenfeuer.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Gaswerkzeuge.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Gebläsemaschinen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.

Geländer, eiserne.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Aug. Klönne, Dortmund.

Gepäckwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Gepäckzeigerwagen.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff.
Carl Schenck, Darmstadt.

Gewindeschneidmaschinen für Kupplungs- u. Bremsspindelgewinde.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Gewindeschneidmaschinen für Whtw.- u. Gasgewinde.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
J. E. Reinecker, Chemnitz-Gablenz.

Gewindeschneidwerkzeuge.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Gittermaste.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte
Phönix, Laar-Ruhrort.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.
Aug. Klönne, Dortmund.

Glaskistenverladekarren.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Gleisbremsen.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Willmann & Co., Dortmund.

Gleise mit Weichen.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm Orenstein & Koppel, Berlin.
Jos. Vögele, Mannheim.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Gleishebeböcke.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Gleismesser.
Scheidt & Bachmann, M. Gladbach.

Gleissperren.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Jos. Vögele, Mannheim.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Willmann & Co., Dortmund.

Gleitstühle.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Grubenschienen & -Schwellen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Gufsstücke.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Güterkarren.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Güterwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks Gesellschaft, Nesselsdorf.
Verein. Königs- & Laurahütte, Berlin.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel. Berlin.
Maschinenfabrik Esslingen
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.

Hammerwerke.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Handkrane.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Hängebahnen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., [Berlin.

Härtepulver.
G. Bruckert, Strafsburg Els.

Hebeböcke.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Carl Schenck, Darmstadt.

Hebekrane.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Masch.-Fbr. Deutschland. Dortmund
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Hebevorrichtungen.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Mannheimer Maschinenfabrik, Mohr & Federhaff, Mannheim.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Carl Schenck, Darmstadt.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Hebepumpen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.

Hebezeuge.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Gutehoffnungshütte, Oberhausen.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Hemmschuhe.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Willmann & Co., Dortmund.



Herzstücke.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Jos. Vögele, Mannheim.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Hobelmaschinen.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Hochofen-Erzeugnisse.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.

Imprägnirungsanstalten.
W. O. Waldthausen Wm. Sohn, Clarenburg, Post Wesseling.
Gebr. Himmelsbach, Freiburg i. B.

Injektoren.
Siemens & Halske, Berliner Werk.

Kabelbahnen.
Maschinenfabrik Esslingen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen

Kabelwinden.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Kaltsägemaschinen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Kanalwinden.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Karren.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Kesselanlagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Kesselbleche.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau,
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.

Kesselwagen
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft Nesselsdorf.
Verein. Königs- & Laurahütte, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Kippwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft Nesselsdorf.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein u. Koppel. Berlin.

Kippwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Kleinbahnlokomotiven.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Lokomotivfabrik Krauss & Co. Actien-Ges., München.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Maschinenfabrik Esslingen.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Kleinbahnwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin

Kluppen.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
J. E. Reinecker, Chemnitz-Gablenz.

Kohlen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.

Krane, Wasserdruck- Elektr. usw.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Unruh & Liebig, Leipzig.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Carl Schenck, Darmstadt.
E. Becker, Berlin.
Maschinenfabrik Esslingen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Kran-Lokomotiven.
Maschinenfabrik Esslingen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Kreuzungen.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
Jos. Vögele, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth Dutzendteich bei Nürnberg.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Kreuzungsstücke.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Jos. Vögele, Mannheim.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Kugeln für Kugelmühlen.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Kuppelschrauben-Handkluppe.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.

Kupferdichtungsringe.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.

Kurbelwellen.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Lademasse.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Willmann & Co., Dortmund

Lang- & Querschwellen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.

Laschen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Laternen f. Eisenbahnbetrieb.
F. F. A. Schulze, Berlin N.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Maschinenfabrik Bruchsal A.-G., Bruchsal.
Willmann & Co., Dortmund.

Laufkrane, Wasserdruck u. elekt., für Hand- u. elektr. Betrieb.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Esslingen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Carl Schenck, Darmstadt.

Läutetafeln.
Willmann & Co., Dortmund.

Lehrwerkzeuge.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Leitungsmasten.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Gebr. Himmelsbach, Freiburg i. B.
W. O. Waldthausen Wm. Sohn, G. m. b. H., Clarenburg, Post Wesseling.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Lichtmasten aller Art.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Lineale.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Lochmaschinen und Scheeren.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.

Lokomotiven.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Maschinenfabrik Esslingen.
Hagans, Erfurt.
Henschel & Sohn, Kassel.

Lokomotiven.
Arn. Jung, Jungenthal.
Lokomotivfabrik Krauss & Co. Actien-Ges., München.
Stettiner Maschinenbau-Actien-Gesellsch. „Vulcan“, Stettin-Bredow.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Lokomotiv-Feuerbüchsen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.

Lokomotiv-Hebeböcke.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Lokomotiv-Kontrollwagen.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.

Lokomotiv-Räder.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.

Lokomotivräderwinden.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Lowries.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- & Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Magnetpole.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Maschinenguss.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Maschinen-Bau-Anstalt Breslau, Ges. m. beschr. Haft. in Breslau.

Materialprüfungsmaschinen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Carl Schenck, Darmstadt.

Mechanische Transportvorrichtungen.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Carl Schenck, Darmstadt.

Messmaschinen.
J. E Reinecker, Chemnitz.

Metalldichtungsringe.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.

Metall-Packungen.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.
Howaldtswerke Kiel.

Milchwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Motoren.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Benz & Co., Mannheim.

Nebel-Glockensignale.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.

Neigungszeiger.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Nieten.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Normalgewindelehren.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Notklammern.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Oberbau.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Georgs - Marien - Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Orientierungstafeln.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Willmann & Co., Dortmund.

Personenwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft Nesselsdorf.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel. Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Petroleumwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Pflastersteine.
Georgs - Marien - Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Plandrehbänke.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Platinen.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Porzellan-Email-Farbe.
Rosenzweig & Baumann, Cassel.

Postwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Maschinenfabrik Esslingen.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Prefsluft-Werkzeuge.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Prefsstücke.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Pulsometer.
J. E. Naeher, Chemnitz.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.

Pumpen siehe auch Dampfpumpen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. L. G. Dehne, Halle.
Maschinenfabrik Esslingen.
J. E. Naeher, Chemnitz.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Pumpwerke und Pumpwerksanlagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Räderdrehbänke.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Radientafeln.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.

Radreifen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Georgs - Marien - Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Räder und Radsätze, -gestelle, -segmente, -sterne, -scheiben.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Georgs - Marien - Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Räderpressen, Wasserdruck-
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Radvorleger.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Rangierbremsen.
Willmann & Co., Dortmund.

Rangierlokomotiven, feuerlose.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Rangiersignale.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co, Dortmund.

Rangieruhren.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal
Willmann & Co., Dortmund.

Rangierwinden.
Jos. Vögele, Mannheim.

Rauchfänge für Lokomotivschuppen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen

Reibahlen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Richtmaschinen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Richtplatten.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Röhren.
Verein. Königs- & Laurahütte, Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Georgs - Marien - Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Röhrendampfkessel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
J. E. Naeher, Chemnitz.
A. Borsig, Berlin-Tegel

Rollbahnanlagen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Rollböcke.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Maschinenfabrik Esslingen.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Jos. Vögele, Mannheim.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Rollbremsschuhe.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.

Rollwagen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Rootsgebläse.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.

Rundschleifmaschinen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Salonwagen.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Satzachsen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Sauggas-Motoren.
Benz & Co., Mannheim.

Scheren.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Gebr. Buschbaum. Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Scheibenräder.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Schiebebühnen.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Maschinenfabrik Esslingen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Jos. Vögele, Mannheim.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co, Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Carl Schenck, Darmstadt.
Georgs - Marien - Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Schienen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel. Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Georgs - Marien - Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Schienenbieger.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Dübelwerke, Charlottenburg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Schienenbohrvorrichtung.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Dübelwerke, Charlottenburg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Schienenhobel.
Deutsche Patent - Feilen - Fabrik Radeberg i. Sachsen.

Schienennagelauszieher.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen

Schienennotverbandkloben.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.

Schienenquerschnittmesser.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.

Schienenrücker.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Schienensägen.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Dübelwerke, Charlottenburg.

Schienenwender.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.

Schlafwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Schlagbäume.
Jos. Vögele, Mannheim.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Schleifmaschinen f. Präzisionsarbeit.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Schmelztiegel.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Schmiedeherde.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Schmiedestücke.
Vereinigte Königs- & Laurahütte. Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Georgs - Marien - Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Schornsteine in Guss- und Schmiedeeisen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen

Schotterwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Stahlbahnwerke Freudenstein &Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte. Berlin.

Schranken.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Schrankenwinden.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Schraubenflaschenzüge.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.

Schraubzwingen.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Schriften zum Abziehen.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Schwellen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Schwellendübel.
Dübelwerke, Charlottenburg.

Schwimm-Docks.
Howaldtswerke Kiel.
Aug. Klönne, Dortmund.

Seilbahnen.
Maschinenfabrik Esslingen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein &Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Selbstentlader.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Signale.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Jos. Vögele, Mannheim.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Scheidt& Bachmann, M.-Gladbach.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Willmann & Co., Dortmund.

Spannwerke.
C.Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Speichenräder.
Vereinigte Königs- & Laurahütte. Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Speicher-Einrichtungen.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Speisewagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Spilis.
Jos. Vögele, Mannheim.

Spiralbohrer.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Spritzen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Stabeisen.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Stahlformguſs.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Stahlwerke.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Stanzen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Stationsblockierung.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Stehbolzenschneidemaschinen.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Steinbrüche.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Stollwerke.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
C.Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Stopfbüchsenpackungen.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.

Strassenbahnlokomotiven.
Lokomotivfabrik Krauss & Co., Actien-Ges., München.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Stahlbahnwerke Freudenstein &Co., Berlin.

Straſsenbahn-Oberbau.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein &Co., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Straſsenbahnwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Masch.nen-Bau-Anstalt, Breslau.

Straſsenbahnwagen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel. Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein &Co., Berlin.

Streckenblockierung.
C.Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Telegraphen.
Siemens & Halske, Wernerwerk.

Telegraphenstangen.
Gebr. Himmelsbach, Freiburg i. B.
W. O. Waldthausen Wm. Sohn, G. m. b. H., Clarenburg, Post Wesseling.

Telephon.
Siemens & Halske, Wernerwerk.

Tender.
Henschel & Sohn, Cassel.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Stahlbahnwerke Freudenstein &Co., Berlin.
Stettiner Maschinenbau-Actien-Gesellsch. „Vulcan", Stettin-Bredow.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.

Tore, eiserne.
Louis Eilers, Hannover.
Aug. Klönne, Dortmund.

Träger.
Eisenhütten-Act.-Ver Düdelingen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Transmissionen.
Maschinenbau-Act.-Ges. Nürnberg.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Transporteure.
Maschinenfabrik Esslingen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Treppen, eiserne.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Aug. Klönne, Dortmund.

Türme, eiserne.
Louis Eilers. Hannover.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Turbinen.
Maschinenfabrik Esslingen.

Überhitzer-Anlagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwegenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Unterlagsplatten.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Ventilatoren.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Verzinkerei.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Vieh-Verladerampen.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.

Vignolschienen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Vordächer.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Vorlegekeile.
H. Büssing & Sohn. Braunschweig.
Willmann & Co., Dortmund.

Wagen.
Maschinenbau-Act.-Ges. Nürnberg.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim
Carl Schenck, Darmstadt.

Wagenbeschlagteile.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.



Wagenfabriken.
Maschinenfabrik Esslingen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Wagenkrane.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim
Carl Schenck, Darmstadt.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau

Wagenschieber.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Waggonwagen.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Carl Schenck, Darmstadt.

Walzdraht.
Phönix, Hamm u. Nachrodt.

Walzwerke.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Wappen.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Warnungstafeln.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Wasserdruck-Kanalwinden.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Wasserhaltungsmaschinen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.

Wasserbehälter.
Aug. Klönne, Dortmund

Wasserpumpen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Wasserreinigung.
A. L. G. Dehne, Halle.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.

Wasserwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Wasserwerks-Anlagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahn-Wagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Wegeschranken.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Jos. Vögele, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Wegeschrankenverschlüsse.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Weichen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Jos. Vögele, Mannheim.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Stahlbahnwerke Freudenstein & Co., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Weichen-Kontrollschlösser.
Willmann & Co., Dortmund.

Weichenspitzenverschlüsse.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Weichenstühle.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Weichenverriegelungen.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Weichenzungenfesthalter.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H, Lichtenberg-Berlin.

Weichenzungen-Fräsmaschinen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Weichenzungen-Hobelmaschinen.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Wellblech-Konstruktionen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Werkzeuge.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Friedr. Dick, Esslingen a. N.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Werkzeugmaschinen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Henschel & Sohn, Cassel.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Actien-Ges. vorm. Gustav Krebs, Halle.

Windeböcke.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Winden.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Unruh & Liebig, Leipzig.
Wwe. Joh. Schumacher, Köln.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Winkel.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Winkeleisen.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Phönix, Laar-Ruhrort.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Winkelringe, geschweißte.
Phönix, Laar-Ruhrort.

Zahlen zum Abziehen.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Zahnradlocomotiven.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Maschinenfabrik Esslingen.

Zahnräder.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

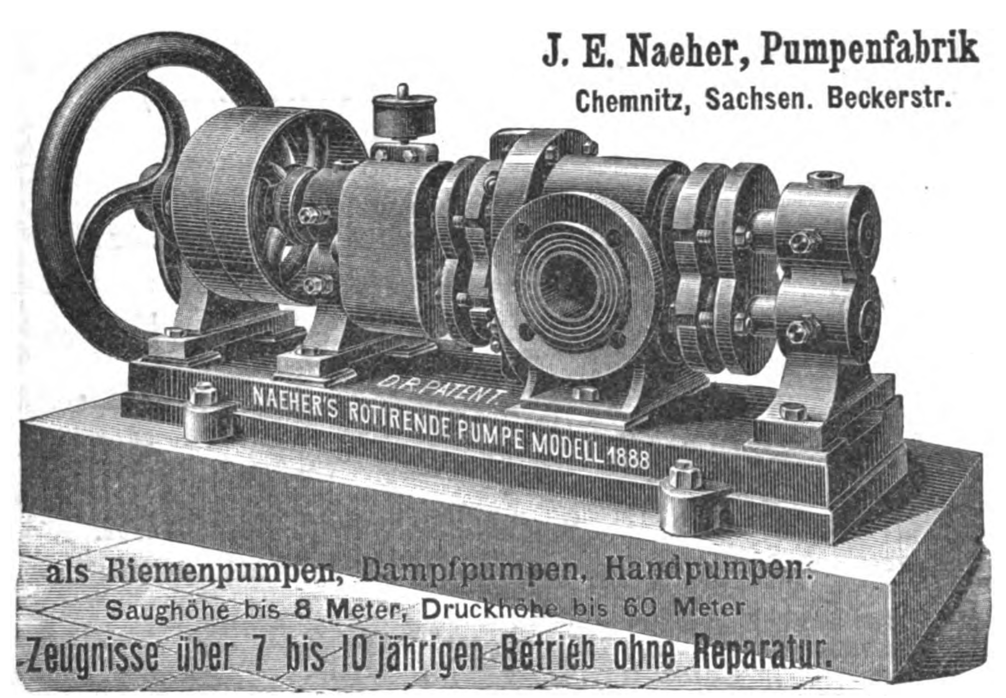
Zementwaaren.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Zentralweichen- und Signalstellung.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein u. Koppel, Berlin.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., Braunschweig.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Jos. Vögele, Mannheim.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, Lichtenberg-Berlin.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Zentrifugalpumpen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Zisternenwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



Naeher's
rotirende Pumpen

für

Wasser, dicke und dünne, heisse und kalte Flüssigkeiten, Säuren etc.

Specialität: *Pumpen jeder Art für elektrischen Betrieb.*
Sicherheits-Röhren-Dampfkessel, System Naeher.
Pulsometer, System Naeher. [6

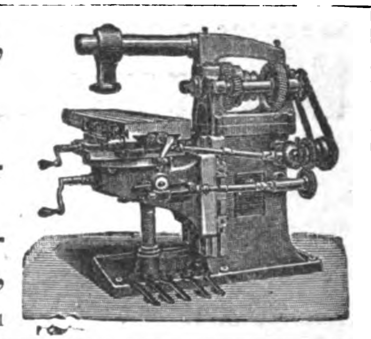
GEBRÜDER BUSCHBAUM, DARMSTADT,

Lieferant der Kaiserl. Werft Kiel, Preuss. Staatsbahn, Krupp'schen Germaniawerft etc. ◆ Erste Referenzen.

Fraismaschinen, Schnell-Drehbänke,



Stanzen, Scheeren, Stahlausführung, Radial-Bohrmaschinen, Schnell-Bohrmaschinen, Hobelmaschinen, System Gray, Hebeböcke, eiserne Schmiedeherde u. s. w. [21



E. Becker, Maschinenfabrik für Hebewerkzeuge in **Berlin-Reinickendorf,**

fertigt in solider Ausführung unter Garantie sämmtliche Hebevorrichtungen für Eisenbahnen und Maschinen-Werkstätten, insbesondere **Krahne, Winden & Aufzüge** für Hand- und Kraftbetrieb jeder Art, **Locomotiv- & Tender-Windeböcke, Schraubenflaschenzüge** für 300 bis 12.500 kg Last, **Fusswinden** etc. [1

Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

1907. Ergänzungsheft.



ORGAN

für die

Fortschritte des Eisenbahnwesens

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Begründet von

E. Heusinger von Waldegg.

Unter Mitwirkung für den maschinentechnischen Teil

von

F. Rimrott, Präsident der Königlichen Eisenbahndirektion zu Königsberg i. Pr.,

und

E. Weiss, Ministerialrat im Königl. Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten in München,

herausgegeben von

G. Barkhausen,

Geheimem Regierungsrate, Professor der Ingenieurwissenschaften an der Technischen Hochschule zu Hannover.

Zweiundsechzigster Jahrgang.

Neue Folge. XLIV. Band. — 1907.

Ergänzungsheft mit 2 einfachen Tafeln und 61 Textabbildungen.

Das „Organ" erscheint in monatlichen Heften von $2^1/_2$—3 Druckbogen nebst den erforderlichen Zeichnungen in Lithographie und Holzschnitt.
Preis des Jahrganges 28 Mark. — Zu beziehen durch jede Buchhandlung und Postanstalt des In- und Auslandes.
Inserate werden mit 30 Pf. die viergespaltene Zeile, Beilagen nach vorheriger Verständigung bei ein bis zwei Quart-Blatt mit M. 20.—, größere nach Uebereinkunft berechnet.

Grundlagen zu einer Theorie der Bettungsziffer.

Von Ing. **Karl Borschke,**
Bau-Oberkommissär der österreichischen Staatsbahnen.

Mit 47 Textabbildungen.

Beiträge zur Ermittelung der Anstrengung der Eisenbahnschiene.

Von **J. Cornea,**
Streckeningenieur der rumänischen Staatseisenbahnen in Bacau.

Mit Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XLIX und sechs Textabbildungen.

Steinerne Bauwerke der Nebenbahn Stettin-Jasenitz, Direktionsbezirk Stettin.

Von **Pustau,**
Regierungs- und Baurat in Frankfurt a. M.

Mit Zeichnungen Abb. 1 bis 11 auf Tafel L und acht Textabbildungen.

Wiesbaden.
C. W. Kreidel's Verlag.





Digitized by Google





C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: **Dr. C. Wolff,** Stadt-Oberbaurath.

Jahrgang 1907. (Band LIII; Band XII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.

Vom Jahrgang 1906 ab beträgt der Verkaufspreis der Zeitschrift im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine wie bisher 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

Inhalt von Heft 1 bis 5:

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereines.

Zeitschriftenschau.

Bücherschau.

C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden.

Linienführung und Bahngestaltung. Bearbeitet von † **Paul,** Lippstadt, † **Schubert,** Berlin, **Blum,** Berlin. 144 Seiten, mit 121 Textabb. u. 3 lithogr. Tafeln. Preis M. 5.40, geb. M. 7.—

Der Umstand, daß schon in neun Jahren eine zweite Auflage notwendig wurde, ist ein Beweis von dessen Vorzüglichkeit, wenn es dessen noch bedürfte, und der günstigen Aufnahme, die die erste Auflage gefunden hat.

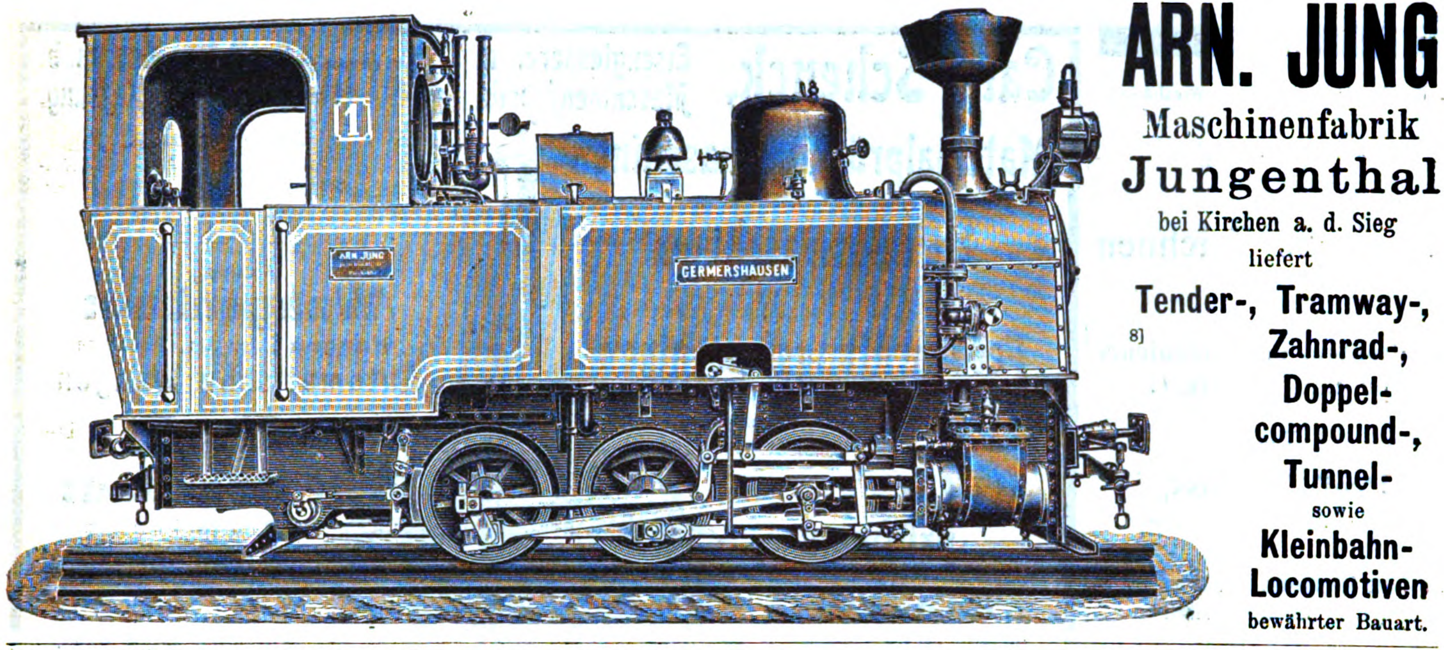
Die Gesamtanordnung und Einteilung des Stoffs sind als gut bewährt unverändert geblieben, auch die Personen der Bearbeiter sind dieselben. Im einzelnen finden wir aber zahlreiche Veränderungen, Verbesserungen und Erweiterungen des Textes. Ein Grund zur Umgestaltung des Inhalts war schon dadurch gegeben, dafs seit dem Erscheinen der ersten Auflage die Eisenbahnbau- und Betriebsordnung erlassen wurde, die zahlreiche Veränderungen der mafsgebenden Bestimmungen mit sich brachte. Daneben wurden die Ergebnisse der neuesten Statistik berücksichtigt.

Neu hinzugekommen ist ein Abschnitt über die Wahl der Spurweite, der u. a. über die Baukosten bei den verschiedenen Spurweiten, die Betriebs- und Umladeposten wertvolle Aufschlüsse gibt. Der vierte Hauptabschnitt: Schutz vor Hochwasser, Schnee u. drgl. ist durch zahlreiche neue Abbildungen erweitert worden. Im fünften Abschnitte ist die Behandlung der Wegeschranken an Umfang des Textes und Zahl der Abbildungen um mehr als das Doppelte gewachsen. Der letzte Abschnitt der ersten Auflage, Linienführung elektrischer Bahnen, ist fortgefallen, weil die elektrischen Bahnen im vierten Bande gesondert behandelt werden.

Die Ausstattung ist unverändert gut.

Schimpff
(Elektrische Bahnen u. Betriebe).





ARN. JUNG

Maschinenfabrik

Jungenthal

bei Kirchen a. d. Sieg

liefert

Tender-, Tramway-, Zahnrad-, Doppel-compound-, Tunnel-

sowie

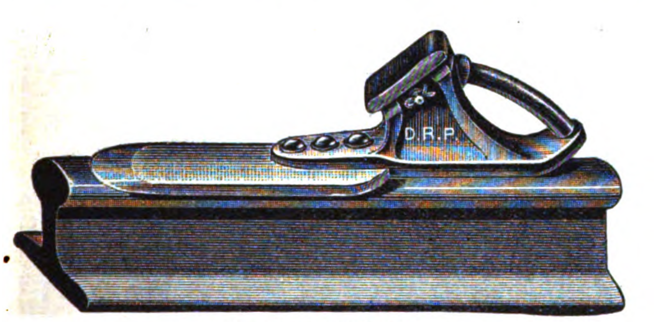
Kleinbahn-Locomotiven

bewährter Bauart.

8]

H. BÜSSING & SOHN G. m. b. H., BRAUNSCHWEIG

liefern als Spezialität:



Bremsschuh.

Bremsschuhe (einlaschig und doppellaschig),
Wagenschieber,
Gleisbremsen, Vorlegebremsen,
einfache und festklemmbare Vorlegekeile,
Gleissperren, Schienennotverbandkloben,
Schraubzwingen zum Feststellen der Weichenzungen,
Notklammern für gebrochene Drehstühle.

[3

Bei Bestellungen ist Angabe der Schienenkopfbreite erwünscht!

C. W. KREIDEL'S VERLAG IN WIESBADEN.

Über die

Untersuchung und das Weichmachen des Kesselspeisewassers.





Von

Ing. mech. Edmund Wehrenfennig,
Ober-Inspektor der Öst. Nordwestbahn in Wien,

Unter Mitwirkung von

Ing. chem. Fritz Wehrenfennig,
Fabriks-Direktor in Eggenberg b. Graz.

Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit 168 Abbildungen im Text und einer lithographierten Tafel.

Preis: Mk. 7.50, gebunden Mk. 8.70.

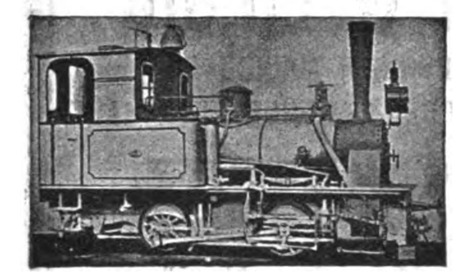








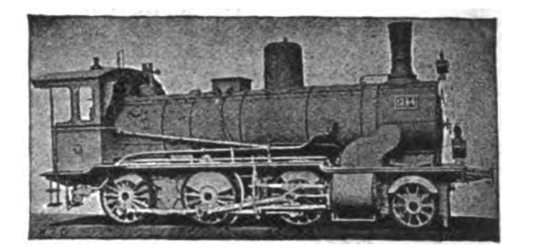
Die Stettiner Maschinenbau-Actien-Gesellschaft



„VULCAN"

in

Stettin-Bredow



liefert aufser **Locomotiven** für **Haupt- und Neben-Bahnen** auch solche für

Kleinbahnen jeder Grösse und Spurweite.

[63

Vereinigte Königs- & Laurahütte

Actien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb

in Berlin.

Abth. Waggonfabrik Königshütte O.-Schl.

baut in bekannter sachgemäfser Ausführung

alle Arten

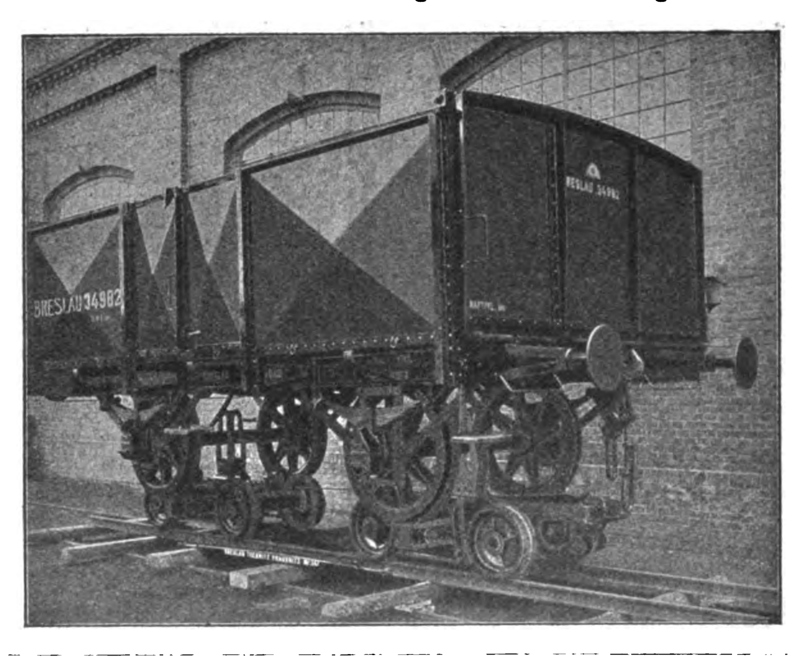
Güterwagen

für

Normal-, Schmalspur- und Feldbahnen

nach eingesandten, sowie eigenen Constructionen.





Personenwagen

für Kleinbahnen.

Grösste Leistungsfähigkeit.



[49

Eiserne

STRASSEN- & EISENBAHN-BRÜCKEN

Baukonstruktionen, Dachstühle, Bahnsteighallen,

Drehscheiben, Hebe-Krane, Aufzüge,

Rollwägen, Eisenscheeren, Schmiedeessen, Kohlenschüttanlagen,

Weichen und Kreuzungen

Anschlüsse von Industriegeleisen, Vordächer, Eisengufs, Bogenlampenkandelaber

fertigt auf Grund langjähriger Erfahrung in tadelloser Ausführung

Joh. Wilh. Spaeth, Nürnberg-Dutzendteich und München, Paul Heysestr. 21.

Gegründet 1821

[61



elektrische und mechanische Anlagen

sowie sämtliche **Ersatzteile** und **Werkzeuge** zu deren Unterhaltung.

Es wird gebeten, **Anfragen** und **Bestellungen** zu richten,

betreffend

Telegraphie, Fernsprechwesen, Läutewerke, Rangiermelder, Schwachstromkabel, Messinstrumente, Elemente

an

SIEMENS & HALSKE A.-G.
Wernerwerk
BERLIN-NONNENDAMM
(Telegr.-Adr. „Wernerwerk Berlin")

betreffend

Blockwerke, elektrische und mechanische Stellwerke, Schienendurchbiegungskontakte, Radtaster, Schienenisolierungen

an

SIEMENS & HALSKE A.-G.
Abteilung für Eisenbahnsicherungswesen
BERLIN-NONNENDAMM
früher Charlottenburg, Helmholtzstrasse 4.
(Telegr.-Adr. „Wernerbloc Berlin").



[91

Paris 1900 Grand Prix.

J. E. Reinecker, Chemnitz-Gablenz

Paris 1900 Grand Prix.

April 1907: 1950 Angestellte und Arbeiter.
1160 Arbeitsmaschinen.

Reinecker Gasgewinde-Schneidkluppe.

Werkzeuge: Gewindeschneidwerkzeuge für alle Gewindesysteme, Bohrwerkzeuge und Reibahlen, Bohr- und Klemmfutter, Lehren und Meſswerkzeuge, Mikrometerlehren, Richtplatten, Winkel, Lineale. **Fräser aller Art,** namentlich hinterdrehte.

Werkzeugmaschinen: Fräsmaschinen aller Art bis zu den gröſsten, Maschinen für die Fabrikation von Zahnrädern, Werkzeugschleifmaschinen, Rund- und Planschleifmaschinen, Dreh- und Bohrwerke, Drehbänke bis 800 mm Spitzenhöhe, Spezialdrehbänke für diverse Zwecke, Hinterdrehbänke bis zu den gröſsten Dimensionen.

Komplete Einrichtungen

für die Fabrikation von Werkzeugen aller Art, wie Gewindebohrer, Reibahlen, Spiralbohrer etc., hinterdrehte Fräser aller Gröſsen etc., sowie für die Herstellung von Stirn-, Schnecken-, Schrauben- und Kegelrädern, wie auch Zahnstangen. [54

Signalbau-Anstalt

Willmann & Co

G. m. b. H.

Dortmund

liefert

mechanische und elektrische

Weichen- und Signal-Sicherungsanlagen

jeglicher Art

für Staats-, Privat- und Anschlußbahnen,

Hand- und Fernzugschranken

den neuesten Bedingungen entsprechend.

Bremsschuhe

mit auswechselbarer und fester Zungenspitze, bewährtester Konstruktion und von größter Dauerhaftigkeit.

Signalbrücken, Licht- u. Leitungsmaste, Rangierbremsen, Gleiskreuzungen, Werkzeuge und Geräte für Stellwerks-montagen, Neigungszeiger, Läute-, Warnungs- und Grenztafeln, Meßapparate für Brückendurchbiegung.

Sachgemäße Ausarbeitung von Projekten.

[62

Maschinenfabrik Esslingen

in ESSLINGEN (Württemberg).

Lokomotiven

in allen Gröfsen und Spurweiten.

Zahnrad-Lokomotiven, Kran-Lokomotiven.

Eisenbahnwagen, Trambahnmaterial.

Seilbahnen für Personenbeförderung.

Heissdampf-Motorwagen.

Transporteure System „Langbein"

D. R.-P. No. 70230, für den Transport von Normalspurwagen auf Schmalspurbahnen.

Preisgekrönt vom Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Dampfkessel, Dampfmaschinen, Sauggas-Motoren, Pumpen.

Eiserne Brücken und Dachconstructionen.

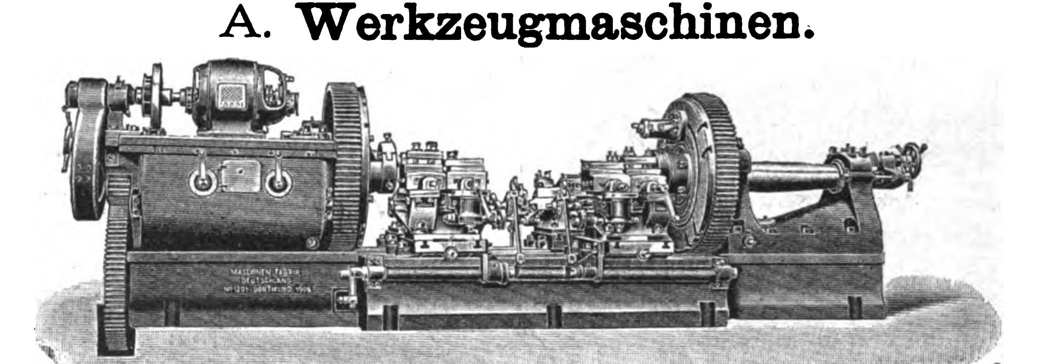
Elektrische Beleuchtungsanlagen und Arbeitsübertragungen.

Elektrisch betriebene Lokomotiven, Drehscheiben, Schiebebühnen, Spills und Krane. [33

Maschinenfabrik „Deutschland", Dortmund.

A. **Werkzeugmaschinen.**

Special-Constructionen bis zu den **grössten Dimensionen,** den **Bedürfnissen** der **Neuzeit** entsprechend.



Radsatzdrehbank mit automat. Meisselführung von höchster Leistungsfähigkeit, System „Deutschland".

Special-Constructionen für **Hüttenwerke, Maschinen-fabriken, Schiffsbau, Eisenbahnen** etc.

B. **Hebekrahne** aller Art, **Windeböcke,**

Achsensenkwinden, Kohlenkipper zum directen Verladen vom Waggon ins Schiff.

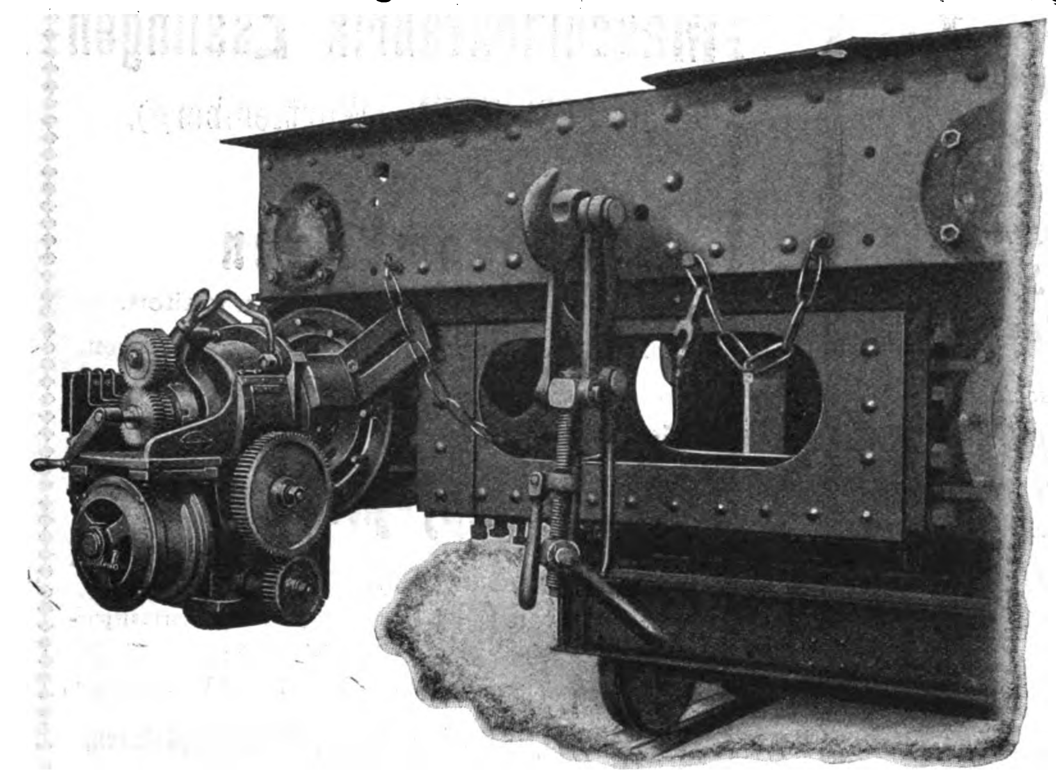
C. **Drehscheiben, Schiebebühnen, Gasbandagenfeuer,**

D. **Weichen, Kreuzungen** etc. bester Ausführung in jeder Bauart.

[5

Collet & Engelhard, G. m. b. H., Werkzeugmaschinenfabrik,

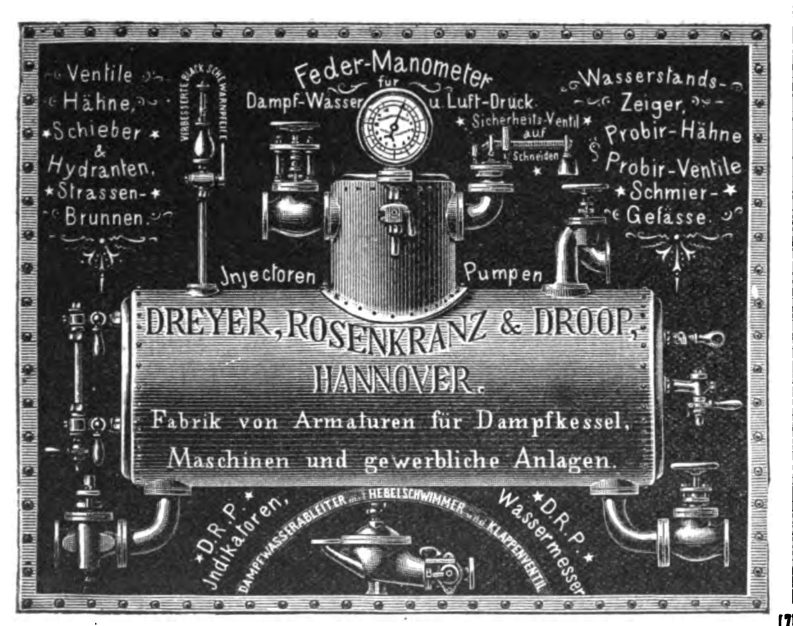
Offenbach a. M.



Fahrbare Bohr- und Gewindeschneid-Maschinen.

Tragbare Cylinder-Bohrmaschinen.

Tragbare Schieberspiegel-Fräsapparate. [74



[71

F. Paul Weinitschke G. m. b. H.

Eisenbahn-Signalbauanstalt

Lichtenberg-Berlin, Rittergutstr. 128.

[14

Weichen- und Signalstellwerksanlagen

neuester Konstruktion.

Ein- und Ausfahr-Signale, Vorsignale, Weichenverriegelungen.

Zug-, Schlagbaum- und Handschranken

verschiedenster Konstruktion.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Die Entseuchung der Viehwagen

nach den gesetzlichen und gesundheitstechnischen Anforderungen und die wirthschaftlichen Schäden der Viehseuchen, insbesondere beim Eisenbahnverkehre.

Von **Adolf Freund,**

Ingenieur der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien.

Preis: M. k. 1.30.

FRITZ WESTMEYER, St. Johann-Saarbrücken.

Gegründet 1877.

Liefert als Spezialität:

Schienenkaltsägen, Gleishebewerkzeuge, Hemmschuhe etc. etc.

◆ ◆ *Verlangen Sie Preisliste.* ◆ ◆

[88

Telegraphenstangen und Leitungsmasten

für elektrische Anlagen

aus **vorzüglichen, schlanken Gebirgshölzern**, imprägniert (kyanisiert) nach den Bedingungen der deutschen Reichspostverwaltung.

Eisenbahnschwellen

jeder Holzart, beliebiger Dimensionen, imprägniert nach Staatsbahnvorschriften, auch unimprägniert. [23

Internationale Ausstellung MAILAND 1906 höchste Auszeichnung GROSSER PREIS.

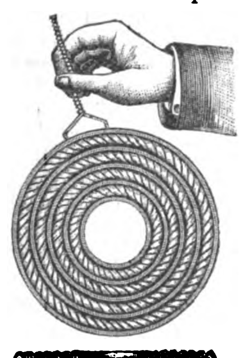
Gebr. Himmelsbach, *Freiburg in Baden.*

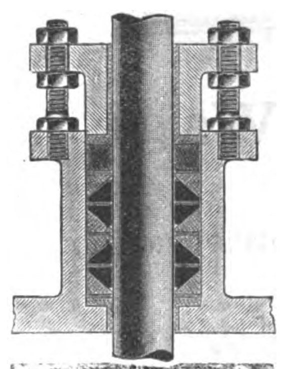
Goetze's elastische Kupferdichtungs-Ringe

in jeder Dimension für Verschraubungen aller Art.

Goetze's Metall-Stopfbüchsen-Ring-Packungen

aus bester Phosphorbronce und Prima Weifsmetall.





Seit Jahren in den bedeutendsten Werken eingeführt und als das **beste, dauerhafteste, absolut betriebsicherste** und **billigste** Dichtungsmaterial anerkannt.

Sämmtliche Haupt-Dampfleitungen (12 Atm. Druck hoch überhitzter Dampf) der Düsseldorfer Ausstellung 1902 wurden mit Goetze's Kupfer- und Metalldichtungsringen verdichtet.

Die grösste Dampfmaschine wurde mit Goetze's Metall-Packungen ausgerüstet.

Muster und Preise gratis.

Friedrich Goetze,

Burscheid bei Köln am Rhein. [88

Fabrik für Kupfer- und Metalldichtungs-Ringe.




Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, A.-G. zu Osnabrück.

Spezialität: Bessemerstahlschienen von höchster Verschleissfestigkeit.

Spezialität: Stossfreier Oberbau.

Abteilung Osnabrück.

Schienen aus Bessemerstahl
für Haupt-, Neben-, Klein- und Strassenbahnen.
Starkstoss-Oberbau
mit Stossträgern, Rippenschwellen und Zapfenplatten.
Zweiteiliger Schwellenschienen-Oberbau
und
Herkules-Wechselsteg-Verblatt-Oberbau
für Hafenbahnen und Pflasterstrecken.
Plattenstühle
zur Verhinderung des Wanderns für Schienengleise.
Weichen und Kreuzungen aller Art.
Radreifen und Radsätze.
Schmiedestücke und Stahlguss-Formstücke
für Maschinen aller Art, insbes. für den Schiffbau.
Feldbahnen
mit allem Zubehör, als Drehscheiben, Weichen und Wagen.



Abteilung Georgsmarienhütte.

Roheisen:
Hematite-, Giesserei-, Bessemer-, Puddel-, Spiegel- und Stahleisen.
Bau- und Maschinenguss.
Gusseiserne Muffen- und Flanschenröhren.
Schlackensteine, Schlackensand, Schlackenzement.

Spezialität: Stossfreier Oberbau.

Spezialität: Bessemerstahlschienen von höchster Verschleissfestigkeit.

Abteilung Werne (Bez. Münster i. W.)

Fett- und Gaskohlen.
Förderkohlen, gewaschene Fein und Nusskohlen.

Abteilung Piesberg b. Osnabrück.

Steinbrüche.
Pflaster- und Bordsteine für Strassenbefestigungen.
Kleinpflastersteine für Chausseen.
Kleinschlag für Eisenbahnen und Uferbefestigungen.
Zementwaren.
Kanalrohre, Brunnenringe, Kabelkanäle, Treppenstufen, Fenstereinfassungen, Trottoirplatten, Dachpfannen u. s. w.




Telegramm-Adresse: **Stahlwerk Osnabrück.** [38

C. Stahmer,

Fabrik für Eisenbahn-, Bergbau- und Hüttenbedarf

Aktien-Gesellschaft

Georgsmarienhütte [Kreis Osnabrück].

Central-Weichen- u. Signal-Stellwerke

mit mechanischen Uebertragungsvorrichtungen.

Elektrisch gesteuerte Weichen- u. Signal-Stellwerke mit Druckluftantrieb.

Wegeschranken aller Art.

Schranken für Fernbedienung [37

mit Einrichtung für **zwangsweises Vorläuten.**

Eisenbahn-Bedarfsartikel.

Eisen-Giesserei.

Waggonfabrik

Gebr. Hofmann & Co.

Actien-Gesellschaft

BRESLAU

liefert:

Personen- und Güterwagen

aller Art, auch für **Kleinbahnen** jeder Spurweite.

Transporteure,

Rollböcke zum Transport von Normalspurwagen auf Schmalspurgleisen.

Strassenbahnwagen

für Pferde-, Dampf- und elektrischen Betrieb.

Kippwagen D. R. P. 84307.

Draisinen, Bahnmeisterwagen, Hebeböcke etc.

Feuerspritzen.

Dampfläutewerke D. R. P. 104330. [30



Zusammengestellt durch C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden nach den Angaben der betreffenden Firmen.

1907. XIII.

Abziehbilder.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Achsen.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Anker.
Howaldtswerke Kiel.

Anschlufsgleise.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Anschriften.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Armaturen.
A. L. G. Dehne, Halle.

Aufhauen stumpfer Feilen.
Friedr. Dick, Esslingen a. N.

Aufzüge.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Unruh & Liebig, Leipzig.
Carl Schenck, Darmstadt.

Aussichtswagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Bade-Anstalten.
H. Schaffstaedt, Giessen.

Bahnmeisterwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Ver. Königs- & Laurahütte, Berlin.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein u. Koppel, Berlin.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Jos. Vögele, Mannheim.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Bahnsteighallen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Aug. Klönne, Dortmund.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Bandagen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Bandagenwärmfeuer.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Baukonstruktionen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Bauwerk-Eisen.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Behälter, eiserne.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Beleuchtung, elektrische.
Maschinenfabrik Esslingen.

Betriebsdampfmaschinen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau,

Bierwagen
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Bleche.
Verein. Königs-& Laurahütte, Berlin.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

Bockkrane.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Carl Schenck, Darmstadt.
Aug. Klönne, Dortmund.

Bogenlampenkandelaber.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Bohrmaschinen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.

Bolzenlehren.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Bremsschuhe.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Willmann & Co., Dortmund.

Brücken.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen
Maschinenfabrik Esslingen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Brücken-Durchbiegungs-Mefsapparate.
Willmann & Co., Dortmund.

Bufferböcke.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.

Butterwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Carbolineum.
R. Avenarius & Co., Stuttgart, Hamburg, Berlin C u. Köln a. Rh.

Dachkonstruktionen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Maschinenfabrik Esslingen.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Ver. Königs & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Dampfkessel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Maschinenfabrik Esslingen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berlin-Tegel

Dampfkrane.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Carl Schenck, Darmstadt.
Aug. Klönne, Dortmund.

Dampfläutewerke.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Dampfmaschinen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau
A. L. G. Dehne, Halle.
Gutehoffnungshütte, Oberhausen.
Maschinenfabrik Esslingen.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Dampfpumpen siehe auch Pumpen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Dampftriebwagen.
Henschel & Sohn, Cassel.

Dichtungsringe.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.
Howaldtswerke Kiel.

Dienstgepäckwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Docks.
Howaldtswerke Kiel.
Aug. Klönne, Dortmund.

Dome.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Drahtzugmaschinen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Drehbänke.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Carl Schenck, Darmstadt.

Drehbrücken.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Maschinenfabrik Esslingen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Drehscheiben.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Maschinenfabrik Esslingen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Joseph Vögele, Mannheim.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Carl Schenck, Darmstadt.

Dynamos.
Maschinenfabrik Esslingen.

Eisenbahngeräte.
Dübelwerke G. m. b. H., Charlottenburg.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Eisenbahnschwellen.
Gebr. Himmelsbach, Freiburg i. B.
Dübelwerke G. m. b. H., Charlottenburg.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte. Berlin.

Eisengiefserei.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte

Eisenkonstruktionen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Aug. Klönne, Dortmund.

Eisenscheren.
Gebr. Buschbaum, Darmstad.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Eisenwerke.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

Elektrische Bahnen.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Elektromotoren.
Maschinenfabrik Esslingen.

Elevatoren.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Emailleschilder.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Fahrplan-Jalousieschränke.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Fahrplantafeln.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Feilen.
Friedr. Dick, Esslingen a. N.

Feineisen.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Feldbahnen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Feldschmieden.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Fenster.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen

Filterpressen.
A. L. G. Dehne, Halle a. d. Saale.

Flaschenzüge.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Fleischwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Förderbänder.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Fördermaschinen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt. Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Form-Eisen.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Fräser.
J. E. Reinecker, Chemnitz

Fräserschleifmaschinen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Fräsmaschinen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Fuhrwerksbahnen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Fufswinden.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Gasmotoren.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Gasradreifenfeuer.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Gaswerkzeuge.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Gebläsemaschinen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.

Geländer, eiserne.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Aug. Klönne, Dortmund.

Gepäckwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Gepäckzeigerwagen.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff.
Carl Schenck, Darmstadt.

Gewindeschneidmaschinen für Kupplungs- u. Bremsspindelgewinde.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a.M.

Gewindeschneidmaschinen für Whtw.- u. Gasgewinde.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
J. E. Reinecker, Chemnitz-Gablenz.

Gewindeschneidwerkzeuge.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Gittermaste.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.
Aug. Klönne, Dortmund.

Glaskistenverladekarren.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Gleisbremsen.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Willmann & Co., Dortmund.

Gleise mit Weichen.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm Orenstein & Koppel, Berlin.
Jos. Vögele, Mannheim.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Gleishebeböcke.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Gleismesser.
Scheidt & Bachmann, M. Gladbach.

Gleissperren.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Jos. Vögele, Mannheim.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Willmann & Co., Dortmund.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte

Gleitstühle.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Grubenschienen & -Schwellen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Gufsstücke.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Güterkarren.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Güterwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks Gesellschaft, Nesselsdorf.
Verein. Königs- & Laurahütte, Berlin.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel. Berlin.
Maschinenfabrik Esslingen
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Hammerwerke.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Handkrane.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Maschinen-Fabrik Deutschland, Dortmund.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Hängebahnen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Hebeböcke.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Maschinen-Fabrik Deutschland, Dortmund.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Carl Schenck, Darmstadt.

Hebekrane.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Masch.-Fbr. Deutschland. Dortmund
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Hebevorrichtungen.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Mannheimer Maschinenfabrik, Mohr & Federhaff, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Carl Schenck, Darmstadt.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Hebepumpen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.

Hebezeuge.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Gutehoffnungshütte, Oberhausen.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Hemmschuhe.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Willmann & Co., Dortmund.

Herzstücke.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Jos. Vögele, Mannheim.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Hobelmaschinen.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Hochofen-Erzeugnisse.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.

Imprägnirungsanstalten.
Gebr. Himmelsbach, Freiburg i. B.

Injektoren.
M. Neuhaus & Co., Luckenwalde.

Kabelbahnen.
Maschinenfabrik Esslingen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen

Kabelwinden.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Kaltsägemaschinen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt

Kanalwinden.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Karren.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Kesselanlagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Kesselbleche.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau,
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

Kesselwagen
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft Nesselsdorf.
Verein.Königs-&Laurahütte,Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Ketten, geprüfte in jeder Ausführung bis 50000 kg Tragkraft.
Gebr. Heimann, Ergste i. W.

Kippwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft Nesselsdorf.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein u. Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Arthur Koppel A.-G., Berlin
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Kleinbahnlokomotiven.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Lokomotivfabrik Krauss & Co. Actien-Ges., München.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Maschinenfabrik Esslingen.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Henschel & Sohn, Cassel.

Kleinbahnwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Kluppen.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
J. E. Reinecker, Chemnitz-Gablenz.

Kohlen.
Verein.Königs-&Laurahütte,Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.

Krane, Wasserdruck- Elektr. usw.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Unruh & Liebig, Leipzig.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Carl Schenck, Darmstadt.

Krane, Wasserdruck- Elektr. usw.
Maschinenfabrik Esslingen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Kran-Lokomotiven.
Henschel & Sohn, Cassel.
Maschinenfabrik Esslingen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Kreuzungen.
Maschinen-Fabrik Deutschland, Dortmund.
Jos. Vögele, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth Dutzendteich bei Nürnberg.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Kreuzungsstücke.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Jos. Vögele, Mannheim.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Kupferdichtungsringe.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.

Lademasse.
Scheidt & Bachmann, M. Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Willmann & Co., Dortmund

Laschen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Laternen f. Eisenbahnbetrieb.
Max Jüdel & Co, A.-G., Braunschweig
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Maschinenfabrik Bruchsal A.-G., Bruchsal.
Willmann & Co., Dortmund.

Laufkrane, Wasserdruck u. elekt., für Hand- u. elektr. Betrieb.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Esslingen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Carl Schenck, Darmstadt.

Läutetafeln.
Willmann & Co., Dortmund.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Lehrwerkzeuge.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Leitungsmasten.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Gebr. Himmelsbach, Freiburg i. B.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Lichtmasten aller Art.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Lineale.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Lochmaschinen und Scheeren.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.

Lokomotiven.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Ansta , Breslau.
Maschinenfabrik Esslingen.
Hagans, Erfurt.
Henschel & Sohn, Kassel.
Arn. Jung, Jungenthal.
Locomotivfabrik Krauss & Co. Actien-Ges., München.
Stettiner Maschinenbau-Actien-Gesellsch. „Vulcan“, Stettin-Bredow.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Lokomotiv-Feuerbüchsen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Henschel & Sohn, Cassel.

Lokomotiv-Hebeböcke.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Lokomotiv-Kontrollwagen.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Carl Schenck, Darmstadt.

Lokomotiv-Räder.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

Lokomotivräderwinden.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Lokomotiv-Wage-Anlagen.
Riesaer Waggonfabrik Zeidler & Co., Riesa.

Lowries.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- & Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Maschinenguſs.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Maschinen-Bau-Anstalt Breslau, Ges. m. beschr. Haft. in Breslau

Materialprüfungsmaschinen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim
Carl Schenck, Darmstadt.
Dübelwerke, G. m. b. H., Charlottenburg.

Mechanische Transportvorrichtungen.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Carl Schenck, Darmstadt.

Meſsmaschinen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Metalldichtungsringe.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.

Metall-Packungen.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.
Howaldtswerke Kiel.

Metallschrauben.
M. Neuhaus & Co., Luckenwalde

Milchwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Motoren.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Nebel-Glockensignale.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.

Neigungszeiger.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co, Dortmund.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Normalgewindelehren.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Notklammern.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Oberbau.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Orientierungstafeln.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Willmann & Co., Dortmund.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Personenwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft Nesselsdorf.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Petroleumwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Pflastersteine.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Plandrehbänke.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Postwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Maschinenfabrik Esslingen.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Preſsluft-Werkzeuge.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Preſsstücke.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Pulsometer.
M. Neuhaus & Co., Luckenwalde.

Pumpen siehe auch Dampfpumpen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. L. G. Dehne, Halle.
Maschinenfabrik Esslingen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Pumpwerke und Pumpwerksanlagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Räderdrehbänke.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Radientafeln.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Radreifen.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

Räder und Radsätze, -gestelle, -segmente, -sterne, -scheiben.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

Räderpressen, Wasserdruck-
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Radvorleger.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Rangierbremsen.
Willmann & Co., Dortmund.

Rangierlokomotiven, feuerlose.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Rangiersignale.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Rangieruhren.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal
Willmann & Co., Dortmund.

Rangierwinden.
Jos. Vögele, Mannheim.

Rauchfänge für Lokomotivschuppen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen

Reibahlen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Richtmaschinen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Richtplatten.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Röhren.
Verein. Königs- & Laurahütte, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Röhrendampfkessel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel

Rollbahnanlagen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Rollböcke.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Maschinenfabrik Esslingen.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Jos. Vögele, Mannheim.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Rollbremsschuhe.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund

Rollwagen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Rootsgebläse.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.

Rundschleifmaschinen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Salonwagen.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Satzachsen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Scheren.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Schiebebühnen.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Maschinenfabrik Esslingen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Jos. Vögele, Mannheim.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Carl Schenck, Darmstadt.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Schienen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Eisenhütten-Act.-Ver. Düdelingen
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Schienenbieger.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Dübelwerke, Charlottenburg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Schienenbohrvorrichtung.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Dübelwerke, Charlottenburg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Schienennagelauszieher.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen

Schienennotverbandkloben.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.

Schienenquerschnittmesser.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.

Schienenrücker.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Schienensägen.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Dübelwerke, Charlottenburg.

Schienenwender.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.

Schilder, eiserne.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Schlafwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Schlagbäume.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Jos. Vögele, Mannheim.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.

Schleifmaschinen f. Präzisionsarbeit.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Schmiedeherde.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Schmiedestücke.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Schornsteine in Guss- und Schmiedeeisen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.

Schotterwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Schranken.
Max Jüdel & Co., A.-G. Braunschweig
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte.

Schrankenwinden.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Schraubenflaschenzüge.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.

Schraubzwingen.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Schriften zum Abziehen.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Schwellen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Schwellendübel.
Dübelwerke, G. m. b. H., Charlottenburg.

Schwimm-Docks.
Howaldtswerke Kiel.
Aug. Klönne, Dortmund.

Seilbahnen.
Maschinenfabrik Esslingen.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Selbstentlader.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Signale.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Masch.-Fbr. Deutschland, Dortmund
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Jos. Vögele, Mannheim.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Willmann & Co., Dortmund.

Spannwerke.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Speichenräder.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Speicher-Einrichtungen.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Speisewagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Spills.
Jos. Vögele, Mannheim.

Spiralbohrer.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Spritzen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Stabeisen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Stahlformgufs.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Howaldtswerke Kiel.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

Stahlwerke.
A. Borsig, Berg- u. Hütten-Verwaltung, Borsigwerk Ober-Schlesien.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

Stanzen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Stationsblockierung.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel&Co.,A.-G.,Braunschweig
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Stehbolzenschneidemaschinen.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Steinbrüche.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Stellwerke.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
C.Stahmer A.-G.,Georgsmarienhütte
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Stopfbüchsenpackungen.
Friedrich Goetze, Burscheid-Köln.

Strassenbahnlokomotiven.
Lokomotivfabrik Krauss & Co., Actien-Ges., München.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Henschel & Sohn, Cassel.

Strafsenbahn-Oberbau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Strafsenbahnwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Streckenblockierung.
C.Stahmer A.-G.,Georgsmarienhütte
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Telegraphen.
Siemens & Halske, Wernerwerk.

Telegraphenstangen.
Gebr. Himmelsbach, Freiburg i. B.

Telephon.
Siemens & Halske, Wernerwerk.

Tender.
Henschel & Sohn, Cassel.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Stettiner Maschinenbau-Actien-Gesellsch. „Vulcan", Stettin-Bredow.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.

Tore, eiserne.
Louis Eilers, Hannover.
Aug. Klönne, Dortmund.

Träger.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Transmissionen.
Maschinenbau-Act.-Ges. Nürnberg.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Transporteure.
Maschinenfabrik Esslingen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Treppen, eiserne.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Aug. Klönne, Dortmund.

Türme, eiserne.
Louis Eilers, Hannover.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.

Turbinen.
Maschinenfabrik Esslingen.

Überhitzer-Anlagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Unterlagsplatten.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Ventilatoren.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Verzinkerei.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Vignolschienen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Vordächer.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.

Vorlegekeile.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Willmann & Co., Dortmund.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen

Wagen.
Maschinenbau-Act.-Ges. Nürnberg.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim
Carl Schenck, Darmstadt.
Riesaer Waagenfabrik Zeidler & Co., Riesa.

Wagenbeschlagteile.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Wagenfabriken.
Maschinenfabrik Esslingen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Arthur Koppel A.-G., Berlin
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Wagenkrane.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim
Carl Schenck, Darmstadt.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau

Wagenschieber.
H. Büssing & Sohn, Braunschweig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Waggonwagen.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Carl Schenck, Darmstadt.
Riesaer Waagenfabrik Zeidler & Co., Riesa.

Walzwerke.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

Wappen.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Warnungstafeln.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Wasserdruck-Kanalwinden.
Unruh & Liebig, Leipzig.

Wasserhaltungsmaschinen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.

Wasserbehälter.
Aug. Klönne, Dortmund.

Wasserkräne.
M. Neuhaus & Co., Luckenwalde.

Wasserpumpen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Wasserreinigung.
A. L. G. Dehne, Halle

Wasserwagen.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Wasserwerks-Anlagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahn-Wagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Wegeschranken.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Jos. Vögele, Mannheim.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Wegeschrankenverschlüsse.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Weichen.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
C. Stahmer, Georgmarienhütte.
Jos. Vögele, Mannheim.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.
Arthur Koppel A.-G., Berlin.

Weichen-Kontrollschlösser.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Willmann & Co., Dortmund.

Weichenspitzenverschlüsse.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Weichenstühle.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.



Weichenverriegelungen.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Weichenzungenfesthalter.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.

Weichenzungen-Fräsmaschinen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Weichenzungen-Hobelmaschinen.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Wellblech-Konstruktionen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Werkzeuge.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Friedr. Dick, Esslingen a. N.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Werkzeugmaschinen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Henschel & Sohn, Cassel.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Windeböcke.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Winden.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Unruh & Liebig, Leipzig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Winkel.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Winkeleisen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Zahlen zum Abziehen.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Zahnradlocomotiven.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Maschinenfabrik Esslingen.

Zahnräder.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Vereinigte Königs- & Laurahütte Berlin.

Zementwaaren.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Zentralweichen- und Signalstellung.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte.

Zentralweichen- und Signalstellung.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein u. Koppel, Berlin.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Jos. Vögele, Mannheim.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, Lichtenberg-Berlin.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Zentrifugalpumpen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Zisternenwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Zugrichtungsweiser.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden

R·WOLF

MAGDEBURG-BUCKAU



Mailand 1906: Grand Prix
Berlin 1907: Goldene Medaille und Ehrenpreis

Fahrbare und feststehende Patent-

Heißdampf-Lokomobilen

mit völlig entlasteter Kolbenschiebersteuerung, von 10—600 Pferdestärken.

Unerreichte Einfachheit, Sicherheit u. Wirtschaftlichkeit des Betriebes.

R. WOLF

behauptet nach wie vor die Führung im deutschen Lokomobilbau.

R. WOLF hat die erste Patent-Heißdampf-Lokomobile im Jahre 1895 entworfen, und erst nach langjährigen, grundlegenden, sorgfältigen Versuchen hat er diese Maschinengattung mit dem denkbar größten Erfolge zuerst an den Markt gebracht.

Als erster auf dem Plan konnte R. Wolf die zweckmäßigsten Ausführungsformen für seine Patent-Heißdampf-Lokomobilen auswählen und sich, soweit erforderlich, patentamtlich schützen lassen.

Unter allen bekannten Ventil- und Schiebersteuerungen hat R. Wolf die von ihm bei Lokomobilen zuerst angewendete, völlig entlastete Kolbenschiebersteuerung als die geeignetste, betriebssicherste und einfachste Steuerung für hochüberhitzten Dampf nach sorgfältigen Untersuchungen bevorzugt.

In bezug auf gute Dampfverteilung und Regulierung entspricht diese durch den äußerst empfindlichen Achsenregulator unmittelbar beeinflußte Kolbenschiebersteuerung dank dem geringen Schiebergewicht und der leichten Verstellbarkeit den höchsten Anforderungen, und es gibt keine Flachschieber- oder Ventilsteuerung, die bei gleicher Einfachheit und Betriebssicherheit auch nur annähernd ähnliche Vorteile bietet.

Im Bau von Industrie-Lokomobilen, insbesondere von solchen großer Leistungen von 100—600 PS., steht R. Wolf unbestritten an der Spitze aller Lokomobilen bauenden Firmen der Welt.

Alle Konstruktions-Einzelheiten der Wolf'schen Patent-Heißdampf-Lokomobilen haben sich seit 12 Jahren unter den schwersten Beanspruchungen glänzend bewährt.

Ausgesuchte Materialien bester Qualität zusammen mit den übrigen Faktoren, wie zuverlässige Arbeiterschaft, unübertroffene Ausstattung der Werke, hochentwickelte Fabrikstechnik, hervorragende konstruktive Leitung, bieten die unbedingte Gewähr für große Dauerhaftigkeit und tadellose Ausführung der Wolf'schen Lokomobilen.

Der Absatz R. Wolf'scher Patent-Heißdampf-Lokomobilen überragt bei weitem den aller übrigen Lokomobilfabriken.

Dank ihrer unübertroffenen, vorzüglichen Eigenschaften

stellt die Wolf'sche Lokomobile für alle gewerblichen und landwirtschaftlichen Betriebszweige die

bevorzugteste Kraftmaschine der Neuzeit

dar, und es arbeiten zurzeit zur vollsten Zufriedenheit ihrer Besitzer

	Wolf'sche Sattdampf- u. Heißdampf-Lokomobilen
in Elektrischen Beleuchtungs- und Kraftübertragungs-Anlagen	1307
in Eisen- und Metallbearbeitungswerkstätten	1170
in Bergwerksbetrieben und Förderanlagen	703
in der Holzbearbeitungs-Industrie	1500

	Wolf'sche Sattdampf- u. Heißdampf-Lokomobilen
in der keramischen Industrie	1222
in der Mühlen-Industrie	803
in der Papier-Industrie und den graph. Gewerben	171
in Steinbrüchen und verwandten Betrieben	119
in der Textil-Industrie	232

sowie ferner in zahlreichen Molkereien, Farbenfabriken, Brauereien, Zuckerwaren- und Schokoladenfabriken, Lederfabriken, Brennereien, Zuckerfabriken, Schuhwarenfabriken, Eisfabriken, Seilereien, Mälzereien, landwirtschaftlichen Betrieben jeder Art, sowie bei Bauausführungen, Pumpenanlagen, Drahtseilbahnen usw.

Gesamterzeugung weit über ½ **Million** Pferdestärken.



Preisgekrönt vom Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

Die

Eisenbahntechnik der Gegenwart.

Unter Mitwirkung angesehener Eisenbahn-Fachleute

herausgegeben von

Blum
Geheimem Ober-Baurate,
Berlin.

† von Borries
Geheimem Regierungsrate,
Professor in Berlin.

Barkhausen
Geheimem Regierungsrate,
Professor in Hannover.

Courtin,
Baurat, Karlsruhe.

Weifs,
Regierungs Direktor, München.

Die Lokomotiven der Gegenwart.

Bearbeitet von

von Borries, Berlin; **Brückmann,** Chemnitz; **Courtin,** Karlsruhe; **Gölsdorf,** Wien; **Leitzmann,** Hannover; **Patté,** Hannover; **Weifs,** München.

Mit 672 Abbildungen im Text und 6 lithogr. Tafeln.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Preis Mk. 20. in Halbfranz gebunden Mk. 24.

Die Eisenbahn-Wagen.

Bearbeitet von

Borchart, Berlin; **von Borries,** Berlin; **Halfmann,** Essen; **Kohlhardt,** Berlin; **Leifsner,** Berlin; **von Littrow,** Villach; **Patté,** Hannover; **Reimherr,** Altena; **Schrader,** Berlin; **Zehme,** Nürnberg.

Mit 584 Abbildungen im Text und 6 lithogr. Tafeln.

Preis Mk. 16, in Halbfranz gebunden Mk. 19.50.

Die Eisenbahn-Werkstätten.

Bearbeitet von

von Borries, Berlin; **Grimke,** Frankfurt a. M.; **Troske,** Hannover; **Wagner,** Breslau; **Weifs,** München; **Zehme,** Nürnberg.

Mit 119 Abbildungen im Text und 2 lithogr. Tafeln.

Preis Mk. 5.40, in Halbfranz gebunden Mk. 7.50.

Linienführung und Bahngestaltung.

Bearbeitet von

† Paul, Lippstadt; **Schubert,** Berlin; **Blum,** Berlin.

Mit 121 Abbildungen im Text und 3 lithographierten Tafeln

Zweite umgearbeitete Auflage.

Preis Mk. 5.40, in Halbfranz gebunden Mk. 7.50.

Der Eisenbahn-Oberbau.

Bearbeitet von

Blum, Berlin; **Schubert,** Sorau; **Zehme,** Nürnberg.

Mit 92 Abbildungen im Text.

Preis Mk. 5.—, in Halbfranz gebunden Mk. 7.—

Bahnhofs-Anlagen.

Bearbeitet von

Berndt, Darmstadt; **von Beyer,** Posen; **Ebert,** München; **Fränkel,** Berlin; **Groeschel,** München; **Himbeck,** Nauen; **Jaeger,** München; **Laistner,** Stuttgart; **Lehners,** Cassel; **Leifsner,** Berlin; **Sommerguth,** Königsberg; **Wehrenfennig** Wien; **Zehme,** Nürnberg.

Mit 616 Abbildungen im Text und 7 lithographierten Tafeln.

Preis Mk. 24.—, in Halbfranz gebunden Mk. 27.—

Signal- und Sicherungs-Anlagen.

Bearbeitet von

Scholkmann, Berlin.

Mit 1008 Abbildungen im Text und 16 lithographierten Tafeln.

Preis Mk. 36.—, in Halbfranz gebunden Mk. 40.—

Die Unterhaltung der Eisenbahnen.

Bearbeitet von

Bathmann, Berlin; **Fränkel,** Berlin; **Garbe,** Berlin; **Schubert,** Sorau; **Schugt,** Neuwied; **Schumacher,** Potsdam; **Troske,** Hannover; **Weifs,** München.

Mit 146 Abbildungen im Text und 2 lithographierten Tafeln.

Preis Mk. 10.60, in Halbfranz gebunden Mk. 13.—

Der Betrieb der Eisenbahnen

sowie statistische Ergebnisse u. wirtschaftliche Verhältnisse.

Bearbeitet von

von Beyer, Posen; **Blum,** Berlin; **von Borries,** Berlin; **Clausnitzer,** Elberfeld; **Grofsmann,** Wien; **Leifsner,** Cassel; **Nitschmann,** Berlin; **Zehme,** Nürnberg.

Mit 93 Abbildungen im Text und einer lithographierten Tafel.

Preis Mk. 12.—, in Halbfranz gebunden Mk. 14.50.

Jeder Teil ist einzeln käuflich.



C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Die

Unterhaltung der Eisenbahnen.

Bearbeitet

von

Bathmann, Berlin; **Fränkel,** Dortmund; **Garbe,** Berlin; **Schubert,** Sorau; **Schugt,** Neuwied; **Schumacher,** Potsdam; **Troske,** Hannover; **Weifs,** München.

Mit 146 Abbildungen im Text und 2 lithographirten Tafeln.

Preis: 10 Mk. 60 Pf.

(Der Eisenbahntechnik der Gegenwart III. Bandes 1. Theil.)

I. **Unterhaltung der Strecke.** — a) Bahnkörper und Zubehör. — Böschungen der Einschnitte und Dämme, Unterhaltung der Einfriedigungen, der Bahnübergänge und Nebenwege, Schneeschutzanlagen, Forstschutzstreifen. Schubert. — b) Durchlässe. Brücken, Unter- und Ueberführungen. Tunnel. Bathmann. — c) Oberbau einschliefslich des Verlegens, Geräthe, Schienen- und Schwellendauer. Schubert.

II. **Unterhaltung der Bahnhöfe.** — a) Weichen und Kreuzungen, Signal- und Stellwerkanlagen. Schubert. — b) Drehscheiben, Schiebebühnen, Waagen, Krähne, Wasserstationen. Fränkel. — c) Vorplätze, Bahnsteige, Ladestrassen, Bahnsteigtunnel, Bahnsteighallen, Entwässerungsanlagen. — d) Hochbauten: 1. äufsere Theile (Mauern und Wände, Dächer und Abdeckungen, Schornsteine, Rauchrohre, Schlote, Essen); 2. innere Theile (Thüren, Fenster, Fufsböden, Anstriche und Tapeten, Gas- und Wasserleitungen. Sicherung gegen Feuer.)

III. **Unterhaltung der Betriebsmittel.** — a) Betrieb der Werkstätten. 1. Einleitung. 2. Eintheilung und Leitung der Werkstätten. 3. Eintheilung und Ausführung der Arbeiten. 4. Wirthschaftsführung. 5. Anweisung und Aufschreibung der Arbeitsausführungen. 6. Aufstellung der Lohn- und sonstigen Rechnungen. 7. Materialien-Verwaltung. 8. Inventar-Verwaltung. 9. Regelung der schriftlichen Arbeiten. 10. Arbeitsordnung. 11. Bewachung der Werkstätten. — b) Unterhaltung der Lokomotiven: 1. des Kessels, 2. des Lauf- und Triebwerkes. Garbe und Troske. — c) Unterhaltung der Wagen: 1. Personenwagen. Schumacher. 2. Güterwagen. Weifs.

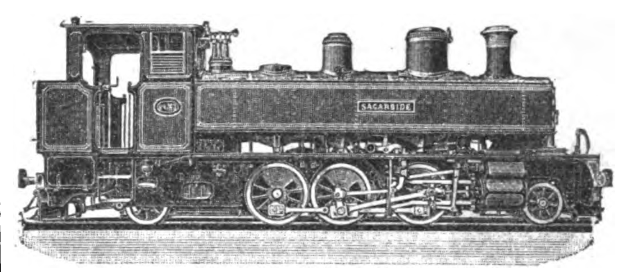


Locomotivfabrik Krauss & Comp. Actien-Gesellschaft,

MÜNCHEN und LINZ a. D.

liefert

Locomotiven für Adhäsions- und Zahnradbetrieb, normal- und schmalspurig, von jeder Leistung,
Feuerlose Locomotiven. [44



Vorteilhaftestes System:

Tenderlocomotiven System **Krauss**

für

Haupt-, Neben-, Klein- und Strassenbahnen, für Militär-, Plantagen-, Feld- und Waldbahnen, für Docks, Industriebahnen und Steinbrüche, für Bahnbauten und öffentliche Arbeiten, sowie für Zechenbahnen und unterirdischen rauchlosen Betrieb (Tunnel- und Bergbau).

Gegründet 1866. **Arbeiterzahl 1600.**

Anzahl der bis Ende 1906 gelieferten Locomotiven: 5600.

Dehne's Wasser-Reiniger

für Lokomotiv-Wasserstationen, in die Steigleitung einzubauen, mit Filterpressen oder mit Kiesfilter.

Wasserhaltungsmaschinen. **Tiefbrunnenpumpen.**

A. L. G. Dehne, Maschinenfabrik, Halle a. S. [39

Josef Rosenbaum,

Gelsenkirchen.

Specialität:

Hemmschuhe und Gleissperren D. R. P. und D. R. G. M., **Wagenschieber** D. R. G. M., **Radvorleger, Werkzeuge, Eisenbahn-Oberbaugeräte;** ferner **Transportgeräte, Flaschenzüge, Winden, Drahtseile, Stahldraht.**

Zubehörteile zu Weichen- und Signalleitungen. [65

Schweinfurter Präzisions-Kugel-Lager-Werke

FICHTEL & SACHS, Schweinfurt a. M.

Aelteste und grösste Spezialfabrik der Welt.

Tagesproduktion insgesamt 12500 Kugellager

in verschiedensten Konstruktionen.



GRÖSSTE ERFAHRUNGEN.
Bestgewähltes, erprobtes Material.
Präzisions-Arbeit ersten Ranges.

Kugellager **für alle erdenklichen Verwendungszwecke.**

Bei Spezialverwendung von Kugellagern stehen Prospecte und Anschläge kostenlos zu Diensten. [52



Weichenverriegelungen.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
Jos. Vögele, Mannheim.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.
Joh. Wilh. Spaeth, Dutzendteich bei Nürnberg.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

Weichenzungenfesthalter.
Scheidt & Bachmann, M. Gladbach.
F. Paul Weinitschke, G. m. b. H., Lichtenberg-Berlin.

Weichenzungen-Fräsmaschinen.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Weichenzungen-Hobelmaschinen.
Collet & Engelhard, Offenbach a. M.

Wellblech-Konstruktionen.
Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Aug. Klönne, Dortmund.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Werkzeuge.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.
Friedr. Dick, Esslingen a. N.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Werkzeugmaschinen.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Collet & Engelhard, Offenbach.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Henschel & Sohn, Cassel.
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Windeböcke.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.

Winden.
E. Becker, Berlin-Reinickendorf.
Unruh & Liebig, Leipzig.
Josef Rosenbaum, Gelsenkirchen.

Winkel.
J. E. Reinecker, Chemnitz.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.

Winkeleisen.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.

Zahlen zum Abziehen.
Carl Schimpf, Nürnberg.

Zahnradlocomotiven.
A. Borsig, Berlin-Tegel.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Maschinenfabrik Esslingen.

Zahnräder.
Gebr. Buschbaum, Darmstadt.
Vereinigte Königs- & Laurahütte Berlin.

Zementwaaren.
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

Zentralweichen- und Signalstellung.
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.
C. Stahmer A.-G., Georgsmarienhütte.

Zentralweichen- und Signalstellung.
A.-G. f. Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein u. Koppel, Berlin.
Siemens & Halske, Abt. f. Eisenbahnsicherungswesen.
Max Jüdel & Co., A.-G., Braunschweig.
Maschinenfabrik A.-G. Bruchsal.
Jos. Vögele, Mannheim.
Scheidt & Bachmann, M.-Gladbach.
F. Paul Weinitschke, Lichtenberg-Berlin.
Zimmermann & Buchloh, Berlin.
Willmann & Co., Dortmund.

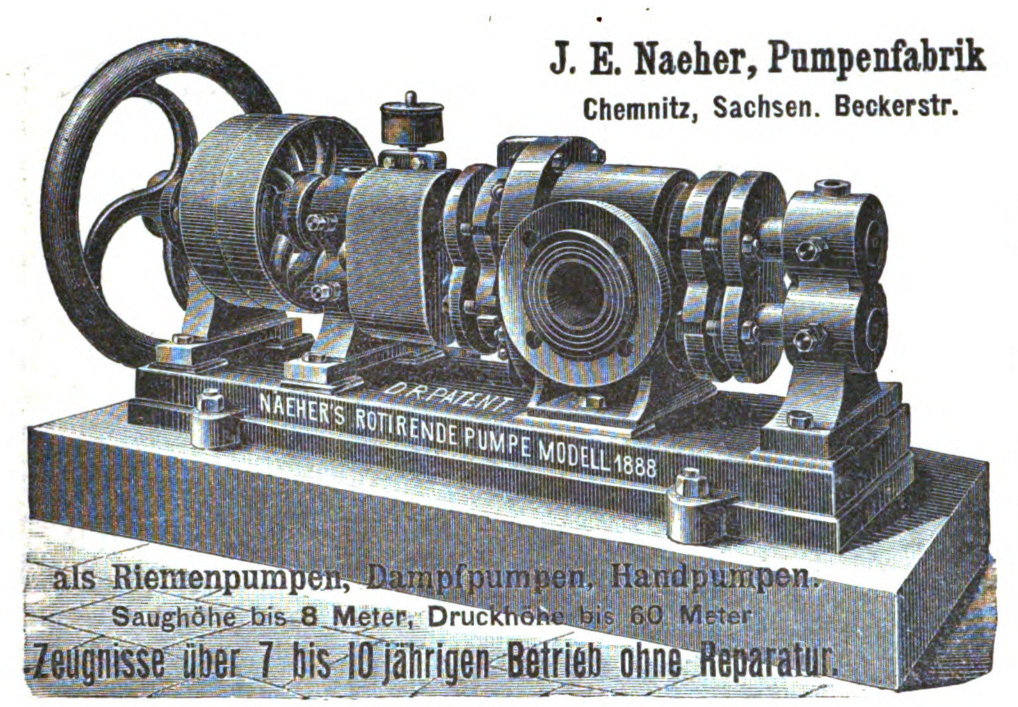
Zentrifugalpumpen.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Zisternenwagen.
Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahnwagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt, Breslau.
Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, Nesselsdorf.
Vereinigte Königs- & Laurahütte, Berlin.
Waggonfabrik Gebr. Hofmann & Co. A.-G., Breslau.
Sächsische Waggonfabrik Werdau.

Zugrichtungsweiser.
Schneiders Schildergeschäft, Siegen.

Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden





Naeher's
rotirende Pumpen

für

Wasser, dicke und dünne, heisse und kalte Flüssigkeiten, Säuren etc.

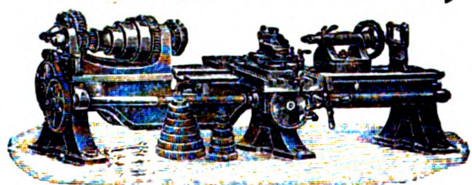
Specialität:
Pumpen jeder Art für elektrischen Betrieb.
Sicherheits-Röhren-Dampfkessel, System Naeher.
Pulsometer, System Naeher.

[6

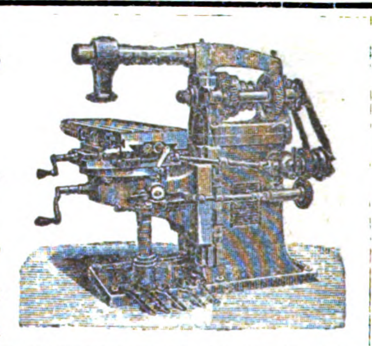
GEBRÜDER BUSCHBAUM, DARMSTADT,

Lieferant der Kaiserl. Werft Kiel, Preuss. Staatsbahn, Krupp'schen Germaniawerft etc. ◆ Erste Referenzen.

Fraismaschinen, Schnell-Drehbänke,



Stanzen, Scheeren, Stahlausführung, Radial-Bohrmaschinen, Schnell-Bohrmaschinen, Hobelmaschinen, System Gray, Hebeböcke, eiserne Schmiedeherde u. s. w. [21



E. Becker, Maschinenfabrik für Hebewerkzeuge
in **Berlin-Reinickendorf,**

fertigt in solider Ausführung unter Garantie sämmtliche Hebevorrichtungen für Eisenbahnen und Maschinen-Werkstätten, insbesondere **Krahne, Winden & Aufzüge** für Hand- und Kraftbetrieb jeder Art, **Locomotiv- & Tender-Windeböcke, Schraubenflaschenzüge** für 300 bis 12.500 kg Last, **Fusswinden** etc. [11



Abziehbilderfabrik
Carl Schimpf, Nürnberg.
Lieferant in- und ausländischer Behörden.

Man verlange Liste Nr. 20. [28



[69

Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden.

